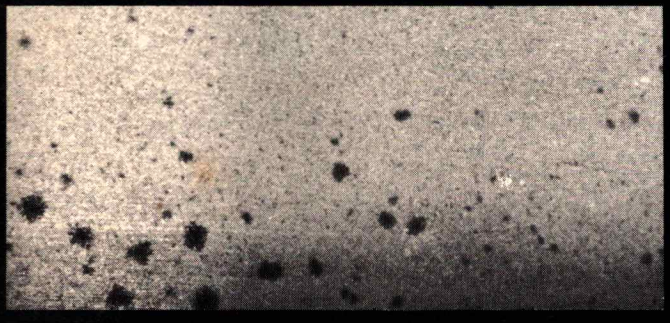
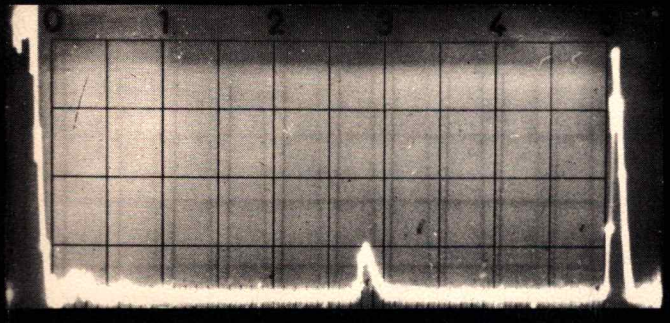
CCH 70-2

CAHIER DES CHARGES DE RÉCEPTION DES PIÈCES EN ACIER MOULÉ POUR MACHINES HYDRAULIQUES





TRADUCCIÓN ESPAÑOLA

PLIEGO DE CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LAS PIEZAS EN ACERO FUNDIDO PARA MÁQUINAS HIDRÁULICAS

EDICION 2 (Junio 1979)

(Anula y sustituye a la edición de 1º de Noviembre de 1971
y la traducción de Mayo de 1973)

SUMARIO

El PLIEGO DE CONDICIONES contiene: — Páginas

Introducción — 3

5 modelos indicativos de la ESPECIFICACION DE CALIDAD, con su página de complemento, numerados del 0001 al 0005 — 5-14

5 especificaciones técnicas:

— general de recepción	**GE 70-2**	General	15
— de control por líquidos penetrantes	**PT 70-2**	Penetrant Testing	21
— de control por partículas magnéticas	**MT 70-2**	Magnetic Testing	28
— de control por ultrasonidos	**UT 70-2**	Ultrasonic Testing	32
— de control por radiografía	**RT 70-2**	Radiographic Testing	37

CDU-669.14:621.224/620.1 (083.7) = 60

Prohibida la reproducción, incluso parcial.

Editado por: **GROUPE D'ÉTUDE CAHIER DES CHARGES HYDRAULIQUES**

Dirección: Case Postale 283 - CH-1211 GENÈVE 13

NOUVELLE ADRESSE:
Case postale 3
CH-1297 FOUNEX

RECIBIDO
28 ABR 1992
Dirección de Obras
Renovación Terra

INTRODUCCION

1. PREAMBULO A LA SEGUNDA EDICION

La primera edición de este documento fué elaborada por iniciativa de un Grupo de Estudio (**Groupe d'Etude**) constituído por algunos CONSTRUCTORES y FUNDIDORES, y se presentaba como la síntesis de opinión de sus colegas EUROPEOS.

Habida cuenta de las experiencias adquiridas en el curso de estos 8 años de utilización y de la evolución de las prescripciones de control, el GRUPO DE ESTUDIO ha juzgado oportuno aprovechar el hecho de que se haya agotado la primera edición para aportar diversas mejoras con ocasión de esta segunda edición denominada «CCH 70-2».

2. TERMINOLOGIA

A lo largo de este PLIEGO DE CONDICIONES para designar las diferentes partes en causa se hará uso de estas tres denominaciones:

CLIENTE: El que adquiere la máquina o su representante.

CONSTRUCTOR: El tenedor del contrato o su representante.

FUNDIDOR: El que se ocupa de la realización metalúrgica de las piezas moldeadas.

3. OBJETO

El presente documento CCH 70-2 tiene por objeto definir sin equívoco las condiciones técnicas y generales para el acopio de cualquier pieza de acero fundido que constituya un órgano de máquina hidráulica.

Para ello, debe precisar en particular los métodos de control, los procedimientos aplicables, así como los criterios de aceptación a considerar durante los controles de recepción en los talleres del Fundidor o del Constructor.

4. COMENTARIOS RELATIVOS A LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

Deben distinguirse las Especificaciones de Calidad (**EC**) encuadernadas en el presente fascículo a título de MODELOS INDICATIVOS, de las que serán cumplimentadas por el Constructor para cada pieza considerada importante.

Las **primeras**, sólo se justifican como ilustrativas de un caso ficticio particular. Las indicaciones comprendidas en las mismas no deberán en ningún caso constituir una regla ni en lo referente a las condiciones para los ensayos mecánicos, ni para la elección de los distintos ensayos no destructivos a aplicar.

Unicamente los criterios de aceptación pueden — en rigor — servir de guía para la adopción de exigencias industrialmente razonables. Su mención es el resultado de diálogos entre Fundidores y Constructores.

Las casillas cuadriculadas o sombreadas en azul ilustran los distintos casos:

— las casillas cuadriculadas indican que por el tipo de ensayo previsto es técnicamente de difícil aplicación o prácticamente imposible en las zonas concernidas, debido a una accesibilidad limitada, a una configuración incompatible con el método, ó a otras causas;

— las casillas sombreadas corresponden al caso de controles inhabituales debido a diversas circunstancias.

Las casillas dejadas en blanco se refieren al caso de controles realizables, pero considerados como innecesarios para la pieza examinada.

Las **segundas** definen las condiciones de aprovisionamiento y recepción y deben ser cumplimentadas por el Constructor con la mayor objetividad. Estas no van a condicionar solamente la calidad de las piezas, sino que van a tener una influencia notable en el precio.

En efecto, definiendo un nivel de calidad, implican tanto en los talleres del Fundidor como del Constructor el establecimiento de una gama de fabricación y la adopción de precauciones especialmente adaptadas a las exigencias requeridas.

Las **Especificaciones de Calidad** se adjuntarán:

— en principio en la oferta del Constructor a su Cliente
— a las peticiones de oferta del Constructor a los Fundidores consultados
— al pedido del Constructor al Fundidor elegido.

Ellas dan fe en caso de divergencia con otros documentos y definen en particular:

— el o los organismos encargados de la recepción
— las prescripciones relativas a la verificación de las características mecánicas
— la descomposición de la pieza en distintas zonas
— el lugar de ejecución de los distintos exámenes
— los estados de superficie requeridos en cada zona de la pieza
— la naturaleza de los diversos ensayos no destructivos verificando la sanidad de cada zona de la pieza, así como la modalidad de intervención (examen al 100 % o por sondeo)
— los criterios de aceptación correspondientes a los exámenes requeridos
— las exigencias específicas concernientes a ciertas operaciones de fabricación y de control.

Salvo los controles así definidos, no podrá exigirse ningún otro examen sin previo acuerdo entre las partes interesadas. Los exámenes complementarios así decididos no tendrán más que un valor indicativo, de lo contrario deberán ser objeto de una ampliación del pedido.

Si se exige un control parcial, localizado o no, por ejemplo sobre uno o varios cangilones de una rueda Pelton, o sobre uno o varios álabes de un rodete Francis, o cualquier otra investigación no sistemática en una determinada zona, este control será automáticamente extendido a todos los álabes del rodete o a la totalidad de la zona prescrita. Los costes relativos a estos controles serán consecuentemente establecidos.

En el caso de que se prescriba una radiografía de confirmación, ésta no será efectuada salvo que el examen por ultrasonidos no sea conforme con los criterios establecidos y no permita pronunciarse sobre la aceptación de un defecto. La decisión entre efectuar la reparación o la radiografía de confirmación corresponde a la iniciativa del Fundidor (ver especificacíon técnica UT 70-2).

Los exámenes no destructivos indicados en la «Especificación de Calidad» a efectuar en los talleres del Constructor, sobre la pieza terminada, comprometen la responsabilidad del Fundidor; en efecto, prevenido éste de las intenciones del Constructor, debe hacer uso de su experiencia y evitar — en la medida de lo posible — eventuales fallos de su suministro en esta fase ulterior, tomando precauciones de fabricación y de control previas y adoptadas a las prescripciones del Constructor (ver especificación técnica GE 70-2).

5. COMENTARIOS RELATIVOS A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONTROL

Las modalidades de aplicación de los distintos métodos descritos en la presente edición son el resultado de las prácticas industriales actuales. Estas serán, pues, susceptibles de revisiones que serán objeto de ediciones ulteriores.

Como complemento del presente fascículo, pero sin encuadernar — con objeto de facilitar su reproducción heliográfica — se incluyen:

— 4 Reproductibles de «Especificaciones de Calidad» relativas a ruedas y palas
— 1 Reproductible de «Especificación de Calidad» destinado a cualquier otra pieza
— 1 Reproductible «Complemento de la Especificación de Calidad» común a todos los tipos de piezas, que constituye la segunda página.

ESPECIFICACION DE CALIDAD

CCH 70-2

Las condiciones generales de suministro y las tecnicas operatorias están definidas en la: con las excepciones o complementos definidos en el Pedido o en la presente E.C.

Asunto: SALTO GRANDE — Cantidad y pieza: 4 RUEDAS PELTON

Planos N°: 68981 y 4803 — Petición de oferta N°: 3542 del 12.3.79

Cliente / País: "X" — Pedido N°: 120711 del 8.6.79

Constructor: "Y" — Recepción en C por: (2)

Fundidor: "Z" — Recepción en F por: "Y" (2)

Masa unitaria (pieza terminada): 4250 kg — Presión máx. de servicio: 89 bar

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

Designación: G-X5 Cr Ni 134 — según Norma: DIN 17007 (1.4313)

	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	%	%	%	%
VALORES O CAMPOS IMPUESTOS	⩽0,07	≈0,5	≈0,3	12,0 - 13,5	3,5 - 5,0	≈0,5				
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	Z %	K DVM J a t °C		Modalidad de extracción y ensayos (3)			
	⩾780	⩾590	⩾15		⩾55	+20	Certificado según DIN 50049-3.1 C			

EXAMENES NO DESTRUCTIVOS

Las prescripciones del Constructor son designadas aqui debajo por **X**, o por **QL**, **QP**, **SL** según UT 70-2, § 4.5.1

Zonas (1)	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
Examen en (2)	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Estado superficial (3)	N10	N7	N10	N7	N10	N7	N10	N7	N10	N7	2	N8	N9	N8	N11	—	2	2	—	—
Liquidos Penetrantes (4)		X		X		X		X		X		X	X							
Particulas Magnéticas (4)	X	X	X	X	X		X		X	X	X		X	X	X		X	X		
Ultrasonidos (4)							X								X				X	
Radiografía (4)	X								X											

CRITERIOS DE ACEPTACION

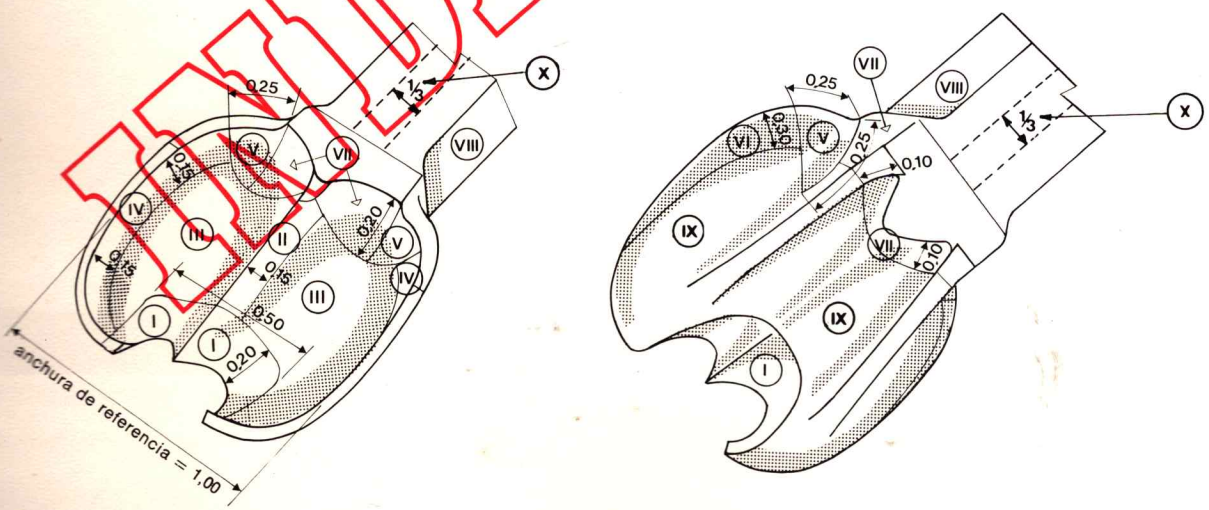
ver tabla inferior, complementos a la E.C. y especificaciones:

Liq. Penetrantes: PT 70-2, § 4 — Par. Magnéticas: MT 70-2, § 7 — Ultrasonidos: UT 70-2, § 5 — Radiografía: RT 70-2, § 9

Liq. Penetrantes		1		1		2		2		1		2	2							
Par. Magnéticas	1	S	1	S	1		1		1	S	1		1	1	2		1	1		
Ultrasonidos							2								3				4	
Radiografía	A2,B2,C2						A3,B3,C3		A3,B3,C3						A3,B3,C3				A4,B4,C4	

ESQUEMA DE DEFINICION DE LAS ZONAS

Cota de referencia definiendo las zonas: 470 mm



MODIFICADO
MODIFICADO

REPARTO: "X" — "Z" — 1 Dpt. Fab. — 1 Dpt. Cal. — 2 Dpt. Tal. — 1 Compr.

(1) Ver esquema aqui arriba
(2) F = Fundidor C = Constructor
(3) Ver complementos a la E.C.
(4) Según especificaciones CCH 70-2

Emisor de la ESP. CALIDAD: Departamento técnico

Visado:

Fecha: 7.6.79

"Y"

Indices

E.C. N°: 0001

COMPLEMENTOS A LA ESPECIFICACIÓN DE CALIDAD N° 0001 **CCH 70-2**

ENSAYOS MECÁNICOS en FUNDICIÓN:

Cantidad de barretas de ensayo: por pieza* 3, por lote* –, de las cuales 1 para contraensayos.

Barretas de ensayo «fundidas solidarias»*. ~~Barretas de ensayo «fundidas aparte»*.~~

La posición y las dimensiones de las barretas de ensayos están indicadas por el Constructor, en el plano o eventualmente en el esquema de la E.C. En caso de no haber indicaciones se deja a la iniciativa del Fundidor.

Antes de extracción, las barretas de ensayos serán selladas por el Fundidor y por "Y"

*Tachar las indicaciones no consideradas.

Cada barreta de ensayo debe dar: 1 probeta(s) de tracción y 3 probetas de resiliencia.

Ensayos mecánicos según NORMA: DIN 50146 y DIN 50115

Aqui debajo: Precisiones correspondientes al ESTADO DE SUPERFICIE, CONTROL DE ASPECTO, LIQUIDOS PENETRANTES, PARTICULAS MAGNETICAS, ULTRASONIDOS, RADIOGRAFIA y OTRAS PRESCRIPCIONES.

ESTADO DE SUPERFICIE

- *Superficies mecanizadas o amoladas: Según RUGOTEST LCA*
- *Otras superficies: Según muestrario BNIF-341, designadas aqui debajo por la E.C.*

Código E.C.	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
Tipo BNIF	*1-S1, 1-S2 2-S2, 3-S2*	*2-S1, 3-S1 4-S2, 5-S2*	*4-S1, 5-S1 6-S1, 1-S3*	*7-S1, 8-S1 2-S3, 3-S3*	*4-S3, 5-S3 6-S3*

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Ver esquema N° 20312 en F y N° 20313 en C.

MAGNETICAS

Con liquido fluorescente.

TRATAMIENTO TÉRMICO DE DISTENSIONAMIENTO

Celeridad < 50°/h

FICHE QUALITÉ

CCH 70-2

Les Conditions générales d'approvisionnement et techniques opératoires sont définies par le: avec les exceptions ou compléments définis par le Bon de commande ou la présente F.Q.

Affaire: SAINT-GERMAIN — Nombre et pièce: 2 — ROUES FRANCIS

Plans N°: 258 745 — Demande d'offre N°: 6540 du 9.2.79

Client / Pays: "X" — Bon de commande N°: 23674 du 23.5.79

Constructeur: "Y" — Réception chez C par: "X" (2)

Fondeur: "Z" — Réception chez F par: "X" et "Y" (2)

Masse unitaire (pièce finie): 14.600 kg — Pression maximum de service: 10 bar

CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAUX

Désignation: Z 05 CN 16-04 M — selon Norme: WN° 074112

	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	S %	P %	%	%
VALEURS ou FOURCHETTES IMPOSÉES	⩽0,06	⩽1,00	⩽1,00	15,0 - 17,3	3,5 - 5,5	–	⩽0,03	⩽0,04		
	Rm MPa	ReL MPa	A %	Z %	K CU J à t °C		Modalités de prélèvement et d'essais (3)			
	780 - 890	⩾580	⩾13		⩾32	0	Certificat selon: voir plan			

EXAMENS NON-DESTRUCTIFS

Les prescriptions du Constructeur sont désignées ci-dessous par **X**, ou par **QL**, **QP**, **SL** selon UT 70-2, § 4.5.1.

Zones (1)	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
Examens chez (2)	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Etat de surface (3)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)	12,5	(5)
Ressuage (4)		X		X		X						X				X				X
Magnétoscopie (4)	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	
Ultrasons (4)																			X	
Radiographie (4)																				

CRITÈRES D'ACCEPTATION

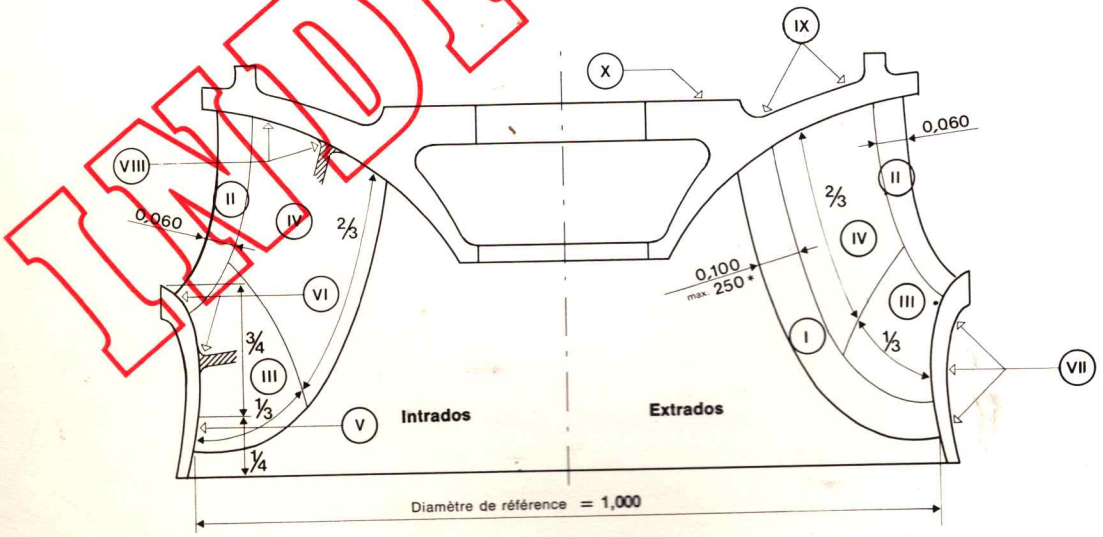
voir tableau ci-dessous, compléments à la F.Q. et spécifications:

Ressuage: PT 70-2, § 4 — Magnétoscopie: MT 70-2, § 7 — Ultrasons: UT 70-2, § 5 — Radiographie: RT 70-2, § 9

Ressuage	3		3		3						2				2			3		
Magnétoscopie	1	1	1		1		2		2	2	1	1	2		1	1	2		1	
Ultrasons																			3	
Radiographie																				

SCHÉMA DE DÉFINITION DES ZONES

Cote de référence dimensionnant les zones: 2800 mm



(*) pour radiographie [mm]

SPECIMEN
UNDIGITAL

DIFFUSION: Appro. 1 — BE TUR. 1 — BMU 1 — CONT. 1 — QUAL. 1 — "X" 2 — "Z" 1

(1) Voir schéma ci-dessus
(2) F = Fondeur C = Constructeur
(3) Voir compléments à la F.Q.
(4) Selon spécifications CCH 70-2
(5) Voir plan

Emetteur de la FICHE QUALITÉ: QUALITÉ HYDR.

Visa:

Date: 21.5.79

"Y"

Indices

F.Q. N°: 0002

COMPLÉMENTS À LA FICHE QUALITÉ N° 0002

CCH 70-2

ESSAIS MÉCANIQUES chez le FONDEUR:

Nombre d'appendices d'essais: par pièces* 4, par lot* —, dont 2 pour contre-essais.

Appendices d'essais «coulés attenants».*

~~Lingot d'essais «coulé séparément».*~~

La position et les dimensions des appendices d'essais sont précisées par le Constructeur sur le plan, ou éventuellement sur le schéma de la F.Q. Si tel n'est pas le cas, elles sont laissées à l'initiative du Fondeur.

Avant prélèvement les appendices d'essais seront poinçonnés par le Fondeur et par: *délégué du Client*

*Biffer les mentions non-retenues

Chaque appendice d'essai doit donner: 2 éprouvette(s) de traction et 3 éprouvettes de résilience

Essais mécaniques selon NORME: *AFNOR*

Ci-dessous: Précisions concernant les ÉTATS DE SURFACE, CONTRÔLE D'ASPECT, RESSUAGE, MAGNÉTOSCOPIE, ULTRASONS, RADIOGRAPHIE et AUTRES PRESCRIPTIONS.

ÉTATS DE SURFACE

- *Chez F: Surfaces usinées ou meulées: RUGOTEST LCA, RA ⩽ 12,5 µm*
- *Chez C: Selon les rugosités prescrites sur le plan de fabrication.*

MAGNÉTOSCOPIE

Les zones à contrôler ne seront pas grenaillées.
Utiliser la poudre magnétique fluorescente en suspension dans un liquide, et un courant redressé de 50 A efficaces par cm de distance entre électrodes.
Les spectres magnétiques douteux seront meulés et recontrôlés par magnétoscopie; si nécessaire, ils seront encore examinés par ressuage, pour lever le doute.

ULTRASONS

Une cartographie des «Indications à noter» sera soumise à C.
Dans les cas litigieux, un examen avec palpeur oblique sera effectué pour mieux préciser la nature, la position et les dimensions des défauts.

RÉPARATIONS chez F

Sont appelées «Importantes» les réparations dont la profondeur d'affouillement dépasse 20 mm ou 20% de l'épaisseur. (le plus faible des 2 critères)
Une cartographie cotée sera remise à C.
F devra:
- *faire agréer la procédure de réparation par C (y compris les contrôles subséquents)*
- *homologuer le mode opératoire de soudage*
- *présenter la qualification de ses soudeurs*
- *recetter les produits d'apport.*

AUTRES PRESCRIPTIONS

F remettra à C:
- *Analyse chimique de la coulée*
- *Caractéristiques mécaniques obtenues*
- *Enregistrement des traitements thermiques*
- *Cartographie des affouillements*
- *P.V. des contrôles non destructifs*
- *Relevé dimensionnel.*

QUALITÄTS-VORSCHRIFTENBLATT

CCH 70-2

Die allgemeinen Einkaufs- und techn. Ausführungsbestimmungen sind im CCH 70-2 festgehalten. Ausnahmen oder Zusätze sind in der Bestellung oder in diesem Q.V. aufgeführt.

Anlage: SCHWARZSEE
Zeichnungs Nr.: 41 713 B
Kunde / Land: "X"
Konstrukteur: "Y"
Giesser: "Z"
Einzel-Fertiggewicht: 2300 kg

Anzahl und Art: 3 ~~FRANCIS~~-PUMPENRÄDER
Anfrage-Nr.: 12 720 vom 22.11.78
Bestellungs-Nr.: 143 513 vom 10.4.79
Abnahme beim K durch: "X" (2)
Abnahme beim G durch: "X" und "Y" (2)
Max. Betriebsdruck: 34 bar

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Bezeichnung: G-X 5 Cr Ni Mo 165 gemäss Norm: W-Nr 1.4405

	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	%	%	%	%
VORGE-SCHRIEBENE GRENZWERTE	⩽0,07	≈0,6	≈0,6	≈15,5	≈5,5	≈1,0				
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	Z %	K U J bei t °C		Probenentnahme und Prüfung (3)			
	⩾760	⩾540	⩾15		⩾50	+20	Attest gemäss DIN 50049-3.2 C			

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNGEN

Die Vorschriften des Konstrukteurs sind nachstehend mit **X**, oder mit **QL**, **QP**, **SL** gemäss UT 70-2, § 4.5.1 bezeichnet.

Zonen (1)	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
Prüfung bei (2)	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K	G	K
Oberflächenzustand (3)	12,5	1,6	12,5	1,6	12,5	1,6	12,5	3,2	12,5	1,6	12,5	3,2	12,5	3,2	12,5	3,2	12,5	3,2	12,5	3,2
Farbeindringprüfung (4)		X		X		X		X		X		X				X				
Magnetpulverprüfung (4)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Ultraschallprüfung (4)													X				X		X	
Durchstrahlungsprüfung (4)																				

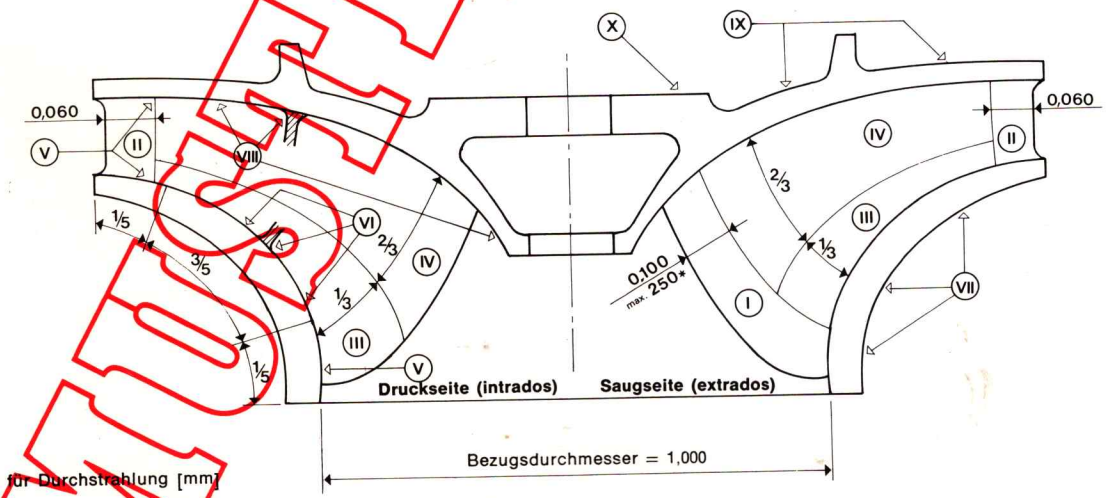
ANNAHMEKRITERIEN

siehe untenstehende Tabelle, Beiblatt zum Q.V. und Spezifikationen:
Farbeindringpr.: PT 70-2, § 4 Magnetpulverpr.: MT 70-2, § 7 Ultraschallpr.: UT 70-2, § 5 Durchstrahlungspr.: RT 70-2, § 9

Farbeindringpr.		2		2		3		3		2		3				4				
Magnetpulverpr.	1		2		2		2		1		2		2		1		2		2	
Ultraschallpr.													3 (3)				3 (3)		3 (3)	
Durchstrahlungspr.																				

ZONENEINTEILUNG

Referenzmass für Bestimmung der Zonen: 950 mm



(*) für Durchstrahlung [mm]

MUSTER BEISPIEL

VERTEILER: "X" 3 "Z" 1 EINK. 1 QUAL. 2 WERK. 1 TECH. 1 VORS.

(1) Siehe obenstehende Skizze
(2) G = Giesser K = Konstrukteur
(3) Siehe Beiblatt zum Q.V.
(4) Gemäss Spezifikationen CCH 70-2

Ersteller des QUALITÄTS-VORSCHR.: QUAL. Abt.
Visum:
Datum: 20.11.78 6.4.79

"Y"

Revisionen
Q.V. Nr.: 0003 A

BEIBLATT ZUM
QUALITÄTS-VORSCHRIFTENBLATT Nr. 0003

CCH 70-2

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN beim GIESSER:

Anzahl Probeleisten: pro Stück* 2, pro Los* –, wovon 1 für Ersatzproben.

Angegossene Probeleisten*. ~~Getrennt gegossenes Probestück*~~.

Die Lage und die Abmessungen der Probeleisten sind durch den Konstrukteur, in der Zeichnung oder eventuell auf der Skizze des Q.V. festgehalten. Ist dies nicht der Fall, so entscheidet der Giesser.

Vor der Entnahme sind die Probeleisten zu stempeln, durch den Giesser und durch den Kunde "X".

*Nichtzutreffendes streichen.

Aus jeder Probeleiste zu entnehmen: 1 Zugprobe(n) und 3 Kerbschlagproben.

Mechanische Prüfungen gemäss NORM: ISO 82 und ISO 83

Härteprüfungen (HB) an mindestens 24 Stellen, die gleichmässig an der Nabe, an den Schaufeln und an Kranz achsenkreuzartig verteilt sind.

Nachstehend: Präzisierungen bezüglich OBERFLÄCHENGÜTE, SICHTKONTROLLE, FARBEINDRINGPRÜFUNG, MAGNET-PULVERPRÜFUNG, ULTRASCHALLPRÜFUNG, DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG und ANDERE VORSCHRIFTEN.

OBERFLÄCHENGÜTE

Rauhigkeit nach RUGOTEST, Ra-Wert in µm.

ULTRASCHALPRÜFUNG

Für den mittleren Teil der geprüften Wanddicke ($\frac{d}{4}$), nehme man systematisch als Annahmekriterium eine um eine Einheit höhere Klasse als diejenige, die für die betrachtete Zone vorgeschrieben ist.

QUALITY SHEET

CCH 70-2

The general supply conditions and operation techniques are defined by the:
with the exceptions or additions given by the Order or the present Q.S.

Power plant: BEAVERDAM
Drawings Nr.: 23-702-8412
Customer / Countrv: "X"
Manufacturer: "Y"
Founder: (?)
Weight (finished casting): 4580 kg

Quantity and designation: 12 KAPLAN BLADES
Inquiry Nr.: 8713 dated 10.7.79
Order Nr.: — dated —
Inspection at M's works by: "V" (Inspector representing "X") (2)
Inspection at F's works by: "Y" and "V" (2)
Maximum service pressure: bar

CHARACTERISTICS OF MATERIAL

Designation: CA-6 NM according to Standard: ASTM A 296

	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	%	%	%	%
VALUES OR RANGES REQUIRED	<0.06	<1.0	<1.0	11.5 - - 14.0	3.5 - - 4.5	0.4 - - 1.0				
	Rm MPa	ReL MPa	A %	Z %	K V J at t °C		Sampling and testing modalities (3)			
	⩾760	⩾550	⩾15	⩾35	⩾50 / ⩾45	+20 / 0	Certificate according to ISO/R 404			

NON DESTRUCTIVE TESTINGS

The Manufacturer's requirements are indicated in the table below by **X**, or by **QL, QP, SL** according to UT 70-2, § 4.5.1

Areas (1)	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
Inspection at (2)	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Surface quality (3)	4-S2	N7	4-S2	N7	4-S2	N8	4-S2	N7	4-S2	N7	4-S2	N8	4-S2	N8	N10	N6	N10	N6	—	—
Dye penetrant (4)		X		X		X		X		X		X		X					—	—
Magnet. part. (4)	X		X		X		X		X		X		X	X	X		X		—	—
Ultrasonic (4)													X		X		X		X	
Radiographic (4)	X																			

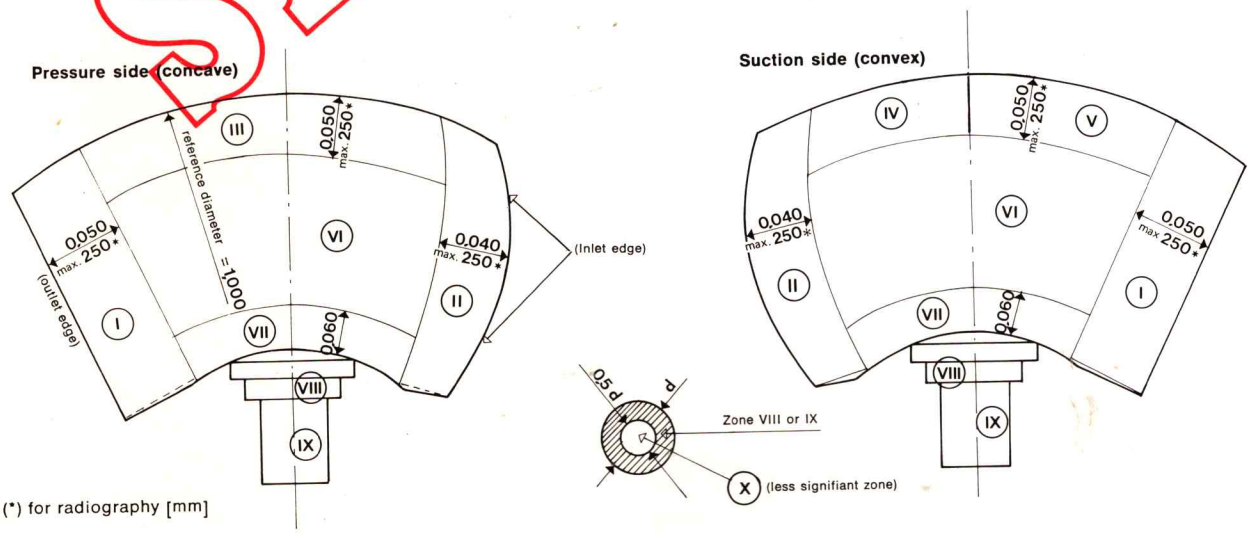
ACCEPTANCE CRITERIA see table below, additions to the Q.S. and specifications:

Dye penetrant: PT 70-2, § 4 Magnetic particle: MT 70-2, § 7 Ultrasonic: UT 70-2, § 5 Radiographic: RT 70-2, § 9

Dye penetrant		2		3		3		3		3		4		3						
Magnetic particle	1		2		2		2		2		2		1	1	2		2			
Ultrasonic													2		3		3		4	
Radiographic	A2,B3,C2																			

SKETCH DEFINING THE AREAS

Reference dimension for the areas: 5820 mm



(*) for radiography [mm]

SPECIMEN

ISSUED to: "Z" 6 "X" 2 QC/Hyd. 1 Techn. Dpt. 1 Purch. Dpt.

(1) See sketch above
(2) F = Founder M = Manufacturer
(3) See additions to Q.S.
(4) According to specifications CCH 70-2

QUALITY SHEET established by: QC / HYD
Signed:
Date: 9.7.79

"Y"

Index
Q.S. Nr.: 0004

ADDITIONS TO QUALITY SHEET Nr. 0004

CCH 70-2

MECHANICAL TESTS at the FOUNDER'S WORKS:

Number of test coupons: per casting* 3, per lot* —, of which 1 for retests.

Test coupons attached to the casting*. ~~Test coupons attached to separately cast block*~~.

Position and dimensions of the test coupons are given by the Manufacturer, on the drawing ~~or possibility on the sketch of the Q.S. If nothing has been specified, the choice will be left to the Founder.~~

Before sampling, the test coupons will be stamped by the Founder and by "V" (Inspector representing "X")

*Delete where not applicable.

Each test coupon should give: 1 tension test specimen(s) and 2 × 3 impact test specimens. *(RT and 0° C)*

Mechanical tests according to STANDARD: *ASTM A 370*

Below: Indications concerning SURFACE QUALITY, VISUAL INSPECTION, DYE PENETRANT, MAGNETIC PARTICLE, ULTRASONIC, RADIOGRAPHIC and OTHER REQUIREMENTS.

SURFACE QUALITY

acc. to: — BNIF 341-02 for grinded areas
— ISO 2632 for machined areas.

MAGNETIC PARTICLE

- *magnetisation by F: rectified current*
- *magnetisation by M: electromagnet (alt. current)*
- *wet magnetic particle only.*

ULTRASONIC

- *calibration on side drilled holes ∅ 6 to 6.4 mm.*
- *acceptance classes as proposed in UT 70-2, § 5.3.*

OTHER REQUIREMENTS

- *major repairs are defined as >20% thickness or 20 mm, or surface >400 cm²*
- *welding procedures to be submitted to M for approval*
- *welders and operators to be qualified (approbation of certificate by the representative of Customer).*

SCHEDA DI QUALITÀ

CCH 70-2

Le Condizioni generali d'approvigionamento e tecniche operatorie sono definite dal: con le eccezioni o complementi definiti dal Ordine o dalla presente S.Q.

Affare: CAMPO MAGGIORE — Numero e pezzo(i): 10 CORPI DEL INIETORE
Disegni N°: 702845-B10 — Richiesta d'offerta N°: 12432 del 18.5.79
Cliente / Nazione: "X" — Ordine N°: 7455/813 del 26.7.79
Costruttore: "Y" — Collaudo presso il C da parte: – (2)
Fonditore: "Z" — Collaudo presso il F da parte: – (2)
Massa unitaria (pezzo finito): 780 kg — Pressione max. di servizio: 140 bar

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Designazione: 25 CD 4 - M — secondo Norma: AFNOR

	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	%	%	%	%
VALORI O LIMITI IMPOSTI	0,25	0,60	0,30	1,0	–	0,20				
	Rm MPa	ReL MPa	A %	Z %	K DVM J a t °C		Modalità di prelevamento e di prove (3)			
	⩾680	⩾490	⩾14		⩾27	+20	Certificato secondo DIN 50049-2.3			

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

Le prescrizioni del Costruttore sono indicate nella seguente tabella con **X**, o con **QL, QP, SL** secondo UT 70-2, § 4.5.1

Zone (1)	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
Controlli presso (2)	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Stato di superficie (3)	N10	N8	N10	N8	3	3	4	4	N10	N9	N10	N9								
Liquidi penetranti (4)		X		X																
Magnetoscopia (4)	X		X		X	X	X		X		X									
Ultrasuoni (4)			QL 115	/					X		X									
Radiografia (4)																				

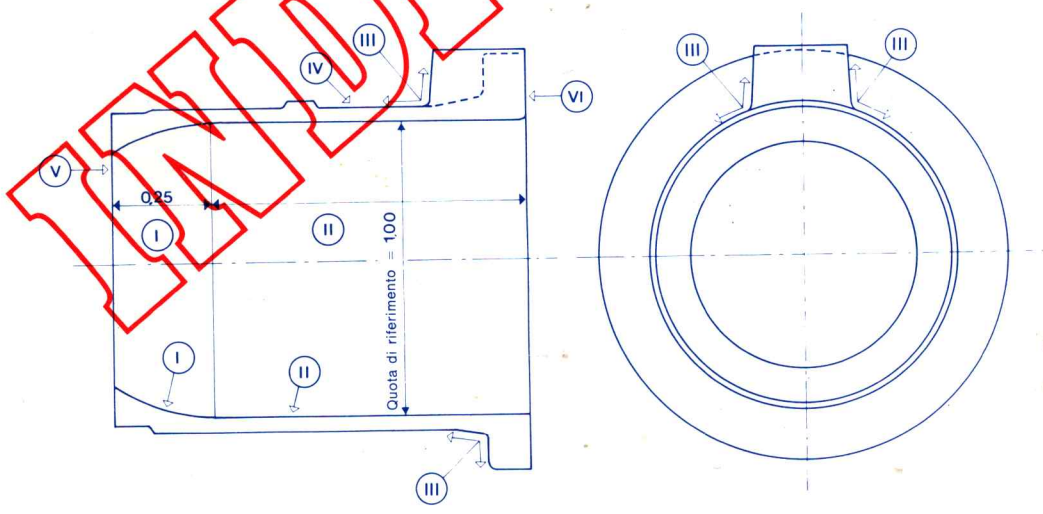
CRITERI DI ACCETTAZIONE

vedere nella seguente tabella, i complementi alla S.Q. e le specificazioni:
Liquidi penetranti: PT 70-2, § 4 — Magnetoscopia: MT 70-2, § 7 — Ultrasuoni: UT 70-2, § 5 — Radiografia: RT 70-2, § 9

Liquidi penetranti		3		4																
Magnetoscopia	2		2		1	1	2		2		2									
Ultrasuoni			2						3		3									
Radiografia			A2,B2,C2																	

DEFINIZIONE DELLE ZONE

Quota di riferimento per il dimensionamento delle zone: 660 mm



MODIFICATO

DISTRIBUZIONE: Fonderia 1 — Qualità 1 — Fabbrica. 2 — Acquisti. 1 — Costrut. 1

(1) Vedere lo schema qui sopra
(2) F = Fonditore C = Costruttore
(3) Vedere i complementi alla S.Q.
(4) Secondo specificazioni CCH 70-2

Redattore della SCHEDA di QUALITA: Resp. Qualità
Visito: [signature]
Data: 17.5.79 3.7.79 24.7.79

"Y"

S.Q. N°: 0005 — Indici: A B

COMPLEMENTI ALLA SCHEDA DI QUALITÀ N° 0005

CCH 70-2

PROVE MECCANICHE presso il FONDITORE:

Numero di appendici di prova: per pezzo* 1, per lotto* —, di cui — per controprove.

Appendici di prova colate attaccate al pezzo*. ~~Barrette di prova colate separatamente*.~~

La posizione e le dimensioni delle appendici di prova sono precisate dal Costruttore sul disegno, o eventualmente sulla schema del S.Q. Se ció non è il caso, sono lasciate a l'iniziativa del Fonditore.

Prima di staccarle le appendici di prova saranno bollate dal Fonditore e dal —

*Cancellare ció che non conviene.

Da ciascuna appendice ricavare: 1 provetta(e) di trazione e 3 provette di resilienza.

Prove meccaniche secondo NORMA:

Qui sotto: Precisioni concernenti gli STATI DI SUPERFICIE, CONTROLLO D'ASPETTO, LIQUIDI PENETRANTI, MAGNETOSCOPIA, ULTRASUONI, RADIOGRAFIA e ALTRE PRESCRIZIONI.

STATI DI SUPERFICIE

- *Superfici lavorate a macchina o molate: Rugosità secondo ISO 2632*
- *Superfici grezze di fusione o sbavature: secondo classi definite della seguente tabella, partendo da campioni della BNIF (Recommandation technique 341).*

CLASSE	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
CAMPIONI	*1-S1, 1-S2 2-S2, 3-S2*	*2-S1, 3-S1 4-S2, 5-S2*	*4-S1, 5-S1 6-S1, 1-S3*	*7-S1, 8-S1 2-S3, 3-S3*	*4-S3, 5-S3 6-S3*

ULTRASUONI

Origine angolare della rete: Asse di simmetria del pezzo.
Origine assiale della rete: Piano della flangia.

RIPARAZIONI (Eliminazione delle zone difettose)

*Le molature sono dette **«importanti»** quando la loro profondita supera:*
- *15 mm nei pezzi sgrossati (presso F).*
- *10 mm nei pezzi lavorati (presso C).*

***Presso F:** ogni riparazione, mediante saldatura, sara sottoposta ad un trattamento di distensione.*
***Presso C:** ogni ricarico delle molature «importanti» sara sottoposta ad un trattamento di distensione.*

PROVE DI PRESSIONE

Pressione d'acqua: 182 bar, durata: 30 minuti.
Nessuna perdita è tollerata!

ESPECIFICACION TECNICA GENERAL DE RECEPCION

Esta especificación comprende los capítulos siguientes:

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Preámbulo
1.2. Personal y medios del Fundidor
1.3. Elaboración del acero
1.4. Tratamientos térmicos
1.5. Recepción

2. VERIFICACIONES A EFECTUAR

2.1. Composición química
2.2. Características mecánicas

3. EXAMENES NO DESTRUCTIVOS

3.1. Control de aspecto
3.2. Control de sanidad:
— por líquidos penetrantes
— por partículas magnéticas
— por ultrasonidos
— por radiografía
3.3. Control de estanqueidad bajo presión

4. CONTROLES DIMENSIONALES

4.1. En la fase de entrega por el Fundidor
4.2. En la fase de entrega por el Constructor

5. ELIMINACION DE DEFECTOS

5.1. Consideraciones generales
5.2. Defectos detectados en la Fundición
5.3. Defectos detectados en los talleres del Constructor
5.4. Defectos detectados en las instalaciones del Cliente

6. NO CONFORMIDADES

7. GARANTIA

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Preámbulo

En el caso de que se planteara un litigio entre Cliente, Constructor y Fundidor sobre los medios de control, su puesta en ejecución, o los resultados obtenidos, la opinión dada por el Constructor será preponderante.

1.2. Personal y medios del Fundidor

El Fundidor poseerá las instalaciones técnicas necesarias para la fabricación y controles, así como:

a) Un buen conocimiento de la metalurgia de su acero.
b) Un buen conocimiento de la tecnología de moldeo, así como de la fundición de piezas para máquinas hidráulicas y de la soldadura de su acero.
c) Un buen conocimiento metalúrgico de los electrodos a utilizar y de los tratamientos térmicos subsiguientes.
d) Soldadores cualificados (Ver § 5.2.3.).
e) Personal cualificado para los exámenes no destructivos de las piezas (Ver § 3.2.).

1.3. Elaboración del acero

En principio, el acero debe ser elaborado en horno eléctrico.

Cualquier otro procedimiento del que se obtenga un acero con propiedades equivalentes podrá ser utilizado con el consentimiento del Constructor.

1.4. Tratamientos térmicos

1.4.1. Tratamiento térmico de calidad.
La elección del tratamiento térmico de calidad corresponde al Fundidor.

1.4.2. Tratamiento térmico de distensionamiento.
Después de la soldadura debe efectuarse un tratamiento térmico de distensionamiento en el horno. Las modalidades de este tratamiento podrán ser objeto de un acuerdo entre el Fundidor y el Constructor.

1.4.3. Los ciclos de tratamiento térmico aplicados deben ser registrados y los gráficos correspondientes disponibles en los talleres del Fundidor.

1.5. Recepción

Los ensayos de recepción en la Fundición están definidos por la «Especificación de Calidad». Estos pueden incluir la verificación de la composición química, características mecánicas, así como los controles no destructivos. Estos ensayos son efectuados por el Fundidor en presencia del Constructor y/o del Cliente si ha sido requerido en el pedido. En este caso, el Fundidor deberá prevenir por escrito al Constructor a más tardar una semana antes de la fecha de estos ensayos.

El Constructor deberá prevenir al Fundidor de la fecha de su llegada y/o de la de su Cliente a los talleres del Fundidor.

2. VERIFICACIONES A EFECTUAR

2.1. Verificación de la composición química

La composición química de colada será verificada por el Fundidor. Sin embargo, el Constructor podrá hacer efectuar un contra-análisis sobre la pieza a condición de que esta prescripción así como las condiciones de extracción, figuren explícitamente en la petición de oferta y en el pedido dirigidos al Fundidor. El tipo de acero debe estar claramente definido en la demanda de oferta dirigida al Fundidor. Este debe precisar la composición química de su material en la oferta y el Constructor deberá obligatoriamente hacer mención de la misma en el pedido.

En lo que concierne a los contenidos de azufre y fósforo, se aplican normalmente las disposiciones siguientes:

Para los aceros no aleados:
$S \leqslant 0{,}040\%$ $P \leqslant 0{,}040\%$

Para los aceros aleados:
$S \leqslant 0{,}030\%$ $P \leqslant 0{,}030\%$

2.2. Verificación de las características mecánicas

2.2.1. En principio, los ensayos comprenderán:

— Resistencia a la tracción	R_m	en	MPa	ó N/mm^2
— Límite de elasticidad	R_{eL}	en	MPa	ó N/mm^2
— Alargamiento (l = 5d), estricción	A, Z	en	%	
— Resiliencia a la temperatura indicada en la Especificación de Calidad.	K	en	J	

Las formas, dimensiones y cantidad de probetas deben fijarse en la Especificación de Calidad.

La cantidad de probetas prescritas se entiende siempre por pieza y no por colada. En el caso de series de piezas obtenidas de la misma colada, el Constructor prescribirá la cantidad de ensayos sobre el lote.

2.2.2. Los ensayos serán efectuados sobre probetas extraídas de apéndices fundidos solidarios de la pieza a la que deben permanecer adheridos hasta terminado el tratamiento térmico de calidad. Si se da el caso de que los apéndices fundidos solidarios de la pieza deben ser extraidos de la misma por razones técnicas, éstos deberán desprenderse y después adherirse de nuevo a la pieza en presencia y con el acuerdo del Constructor o del Cliente, esto último antes del tratamiento térmico de calidad.

Los apéndices serán extraidos de la pieza fundida después del tratamiento térmico de calidad y eventualmente antes del desbaste, en presencia o con el acuerdo del Constructor o del Cliente.

En el caso de que el Constructor pidiera la existencia de apéndices de ensayos solidarios de la pieza en el curso del tratamiento térmico de distensionamiento de la misma, éstos, que habrán sido desprendidos y sellados por el Constructor o el Cliente antes del desbaste, serán de nuevo adheridos a la pieza por el Fundidor.

Si por razones técnicas los apéndices no pueden ser fundidos solidarios de la pieza, previo acuerdo con el Constructor podrán fundirse por separado lingotes-muestra.

2.2.3. La cantidad, posición y dimensiones de los apéndices para ensayos serán fijados por el Constructor en la Especificación de Calidad, de acuerdo con el Fundidor. Por su parte, el Fundidor preverá los apéndices complementarios que considere necesarios para sus ensayos particulares.

2.2.4. Todas las verificaciones necesarias serán efectuadas con aparatos de ensayo y por operadores del Servicio de Control del Fundidor. Los aparatos deberán calibrarse periódicamente y los certificados correspondientes a estas calibraciones deberán estar a disposición del Constructor o del Cliente. No se efectuará ningún calibrado especialmente.

3. EXAMENES NO DESTRUCTIVOS

La naturaleza de los controles no destructivos, así como las zonas en las cuales deben aplicarse, serán definidas en la Especificación de Calidad adjunta a la petición de oferta y al pedido dirigidos al Fundidor.

Estas precisiones deberán figurar claramente a fin de evitar cualquier litigio o malentendido en la recepción de las piezas, y para permitir al Fundidor establecer el coste de los controles y los riesgos de fabricación que los mismos implican.

3.1. Control de aspecto

Antes de los ensayos no destructivos, se procederá a un control de aspecto.

Este control comprenderá el examen visual de la totalidad de la pieza bajo los aspectos siguientes:

— Estado de superficie
— Defectos visibles al ojo
— Conformidad con los documentos del pedido.

Este examen podrá ser efectuado haciendo referencia a normas tales como la Recomendación Técnica 34 1 del «Bureau de Normalisation des Industries de la Fonderie» para estados de superficie, la especificación MSS-SP 55 para los defectos visibles al ojo, o cualquier otra especificación indicada en la Especificación de Calidad.

Para la rugosidad de las superficies mecanizadas o amoladas finamente, es recomendable utilizar las designaciones N1 a N11 del documento ISO 2632 adoptado en numerosas normas.

El aspecto dimensional será examinado según las indicaciones del § 4.

3.2. Control de sanidad

Los modos operatorios y los niveles de aceptación están definidos en las especificaciones siguientes:

PT 70-2	Especificación técnica de control por líquidos penetrantes
MT 70-2	Especificación técnica de control por partículas magnéticas
UT 70-2	Especificación técnica de control por ultrasonidos
RT 70-2	Especificación técnica de control por radiografía

La elección de los controles y los niveles de aceptación deberá hacerse teniendo en cuenta la afectación de la pieza, su concepción hidráulica, así como las exigencias en servicio (acciones erosivas, riesgo de cavitación, fatiga por choque o solicitaciones alternadas, tensión de trabajo de las zonas consideradas, etc.).

Las personas encargadas de efectuar los exámenes no destructivos, así como de interpretar sus resultados y de sacar conclusiones, deben estar calificadas según un procedimiento escrito. Estas deberán poseer una experiencia en relación con la importancia de las decisiones que están destinadas a tomar.

3.3. Control de la estanqueidad bajo presión

Este tipo de ensayo es raramente realizable en la Fundición en buenas condiciones, razón por la cual en la mayoría de los casos se renuncia al mismo.

Por el contrario, las piezas expuestas a la presión, una vez terminadas, son sometidas a un ensayo bajo presión en los talleres del Constructor o en la Obra.

El Constructor debe precisar en el plano las condiciones de realización de este ensayo (naturaleza del fluído, presión, duración), de manera que el Fundidor pueda realizar la pieza con conocimiento de causa.

En caso de deficiencia, las responsabilidades serán definidas según las indicaciones del § 5.1.1.

4. CONTROLES DIMENSIONALES

4.1. En la fase de entrega por el Fundidor

Los controles dimensionales y las tolerancias a realizar por el Fundidor serán precisados por el Constructor desde el momento de la petición de ofertas. La complejidad de las tolerancias dimensionales en materia de formas hidráulicas hace en efecto muy difícil la elaboración de normas generales. En su respuesta el Fundidor aceptará o discutirá las tolerancias prescritas.

Se recuerda que estas tolerancias tienen una incidencia directa sobre el precio.

4.2. En la fase de entrega por el Constructor

En lo concerniente a perfiles y dimensiones hidráulicas, aparte de los casos sometidos a las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (Modificación N° 1 de Septiembre de 1977 de la publicación 193, capítulo 4, párrafos 2.2., 2.3 y 2.4. para las turbinas hidráulicas y la publicación 497 primera edición, capítulo 4, párrafos 15.2., 15.3. y 15.4. para las bombas de acumulación), el Constructor es el único juez para tolerar eventuales diferencias y valorar sus consecuencias desde el punto de vista de las garantías de funcionamiento que él acuerde.

5. ELIMINACION DE DEFECTOS

5.1. Consideraciones generales

5.1.1. De una forma general, tanto el Fundidor como el Constructor toman a su cargo la reparación de defectos que les incumben, siempre que éstos superen los criterios de aceptación establecidos en la Especificación de Calidad y que hayan sido detectados por uno cualquiera de los métodos indicados en la misma o mediante un simple examen visual.

a) Los defectos cuya reparación incumbe al Fundidor son aquellos de origen metalúrgico o resultantes de la realización en fundición.

b) Los defectos cuya reparación incumbe al Constructor son aquellos que resulten de la concepción, del dimensionamiento de la pieza o de su realización en los talleres.

c) Las reparaciones eventuales que incumben al Cliente serán aquellas que resulten de un funcionamiento fuera de las condiciones de servicio garantizadas por el Constructor, así como las que resulten de un desgaste por abrasión del material relacionado con la naturaleza del agua explotada.

5.1.2. Antes de su reparación por soldadura, los defectos deberán ser eliminados hasta la desaparición de cualquier indicación fuera de criterios.

5.1.3. Salvo convención particular en el pedido, las reparaciones serán controladas con los mismos exámenes que los inicialmente previstos en la zona considerada.

5.1.4. El Constructor podrá siempre aceptar bajo su responsabilidad que ciertas cavidades de saneado no sean recargadas, en tanto no subsistan en las mismas defectos fuera de criterio y que su presencia no perjudique el buen funcionamiento de la pieza.

5.2. Defectos detectados en la Fundición

5.2.1. Los defectos detectados durante el curso de la fabricación en los talleres del Fundidor serán saneados y reparados por soldadura.

5.2.2. Las dimensiones y posiciones de las cavidades de saneado que superen los límites definidos en la Especificación de Calidad, serán anotadas y facilitadas al Constructor. Las reparaciones correspondientes se denominan «importantes».

5.2.3. Si la Especificación de Calidad lo requiere:

1) El procedimiento de soldadura y, de presentarse el caso, los procedimientos de cualificación de los soldadores y operadores, serán sometidos al Constructor para que dé su acuerdo antes de iniciar los trabajos correspondientes.

2) Los procedimientos de soldadura serán cualificados.

3) Los soldadores y operadores serán cualificados.

Toda cualificación certificada y existente que responda a los criterios eventualmente definidos, no deberá rehacerse.

5.2.4. Después de la soldadura deberá hacerse un tratamiento térmico de distensionamiento. Este no podrá ser suprimido salvo acuerdo del Constructor (véase § 1.4.2.).

5.3. Defectos detectados en los talleres del Constructor

Si se considera necesario que ciertos defectos aparecidos durante el mecanizado sean reparados mediante soldadura por el Constructor, las reparaciones serán efectuadas en las condiciones siguientes:

5.3.1. Reparaciones en zonas poco solicitadas, no exigiendo tratamiento térmico de distensionamiento.

Estas reparaciones podrán ser hechas por el Constructor según un procedimiento fijado o aceptado por el Fundidor.

5.3.2. Reparaciones importantes en el sentido del § 5.2.2. y/o afectando zonas solicitadas en las culaes es exigible un tratamiento térmico de distensionamiento.

Excepto casos particulares, estas reparaciones serán efectuadas por el Fundidor, debiéndose registrar las mismas.

5.3.3. Es recomendable establecer de común acuerdo y antes del pedido la repartición del coste de las eventuales reparaciones. Si esto no se ha hecho, la repartición deberá ser objeto de un acuerdo entre el Fundidor y el Constructor antes de comenzar los trabajos. La repartición de los costes podrá, por ejemplo, hacerse sobre la base de uno de los criterios siguientes:

— Control de la superficie (líquidos penetrantes o partículas magnéticas),
— Dimensiones y cantidad de cavidades al saneado,
— Función del precio de la pieza.

5.4. Defectos detectados en las instalaciones del Cliente

5.4.1. Durante el período de garantía la reparación debe ser efectuada por el Fundidor o el Constructor. Los costes se repartirán según las consideraciones indicadas en 5.1.1. y 5.3.3.

5.4.2. Fuera del período de garantía, la reparación es efectuada por el Cliente o por el Constructor o Fundidor, sin garantía por parte del Constructor ni del Fundidor. El Cliente sufraga los costes de la reparación.

6. NO CONFORMIDADES

El Fundidor es responsable para con el Constructor y el Constructor para con el Cliente de comunicar a tiempo todas las no conformidades al Pliego de Condiciones y al pedido.

Podrán tomarse las decisiones siguientes:

— Aceptar como está,
— Reparar,
— Rechazar.

7. GARANTIA

7.1. Dentro de los límites indicados en el § 5, la presente garantía cubre todas las anomalías suceptibles de perturbar el funcionamiento del órgano considerado o de alterar efectivamente la seguridad del conjunto.

Por esta garantía, el Constructor y el Fundidor se comprometen a efectuar las reparaciones necesarias en un plazo breve y dentro de todas las reglas del arte, de forma que se devuelva la pieza conforme con las prescripciones de origen o, en su defecto, conforme con los usos de la profesión.

7.2. Las condiciones de garantía del Fundidor están estrechamente ligadas a las que el Constructor debe asegurar a su Cliente para los conjuntos suministrados. El Constructor debe, pues, informar al Fundidor, antes del pedido, de sus propios compromisos a este respecto y no puede imponer condiciones más severas que las que él mismo ha aceptado.

7.3. En los contratos a los cuales se aplica el presente Pliego de Condiciones, la comunión de interés es evidente. Por ello es indispensable que se establezca un estrecho espíritu de cooperación entre el Fundidor y el Constructor, para asegurar la garantía.

7.4. El período de garantía del Fundidor corresponde a la del Constructor. El propio uso de los órganos de máquinas hidráulicas implica que la garantía cubra un lapso de tiempo de explotación a contar a partir de la recepción provisional del conjunto (millares de horas o meses), con un límite razonable en el tiempo a contar desde una fecha de partida estipulada en el Pliego de Condiciones Constructor / Cliente.

La diversidad de casos y formas de explotación justifica que la duración de la garantía sea cada vez objeto de negociaciones comerciales entre Cliente y Constructor.

7.5. Toda petición de puesta en práctica de la garantía debe ser comunicada por el medio más rápido a partir de la detección de la anomalía y confirmada por escrito. En este caso, se comunicará a la parte interesada todo tipo de información que pueda resultar útil:

— Modo de detección,

— Localización,

— Dimensiones geométricas (si es posible, con croquis acotado y fotografías).

La parte deudora de una petición de puesta en práctica de su garantía, debe en el más breve plazo posible, hacer todo lo necesario para proponer las reparaciones a efectuar, realizarlas y, llegado el caso, suministrar las piezas necesarias, quedando entendido que le está siempre permitido solicitar la constatación de las anomalías por sí mismo.

No se emprenderá ninguna reparación sin el acuerdo de la parte supuesta responsable, ni será ejecutada sin estar conforme con las instrucciones dadas por la misma. Cualquier infracción a esta regla comporta la anulación de toda responsabilidad para la otra parte.

7.6. La validez de la garantía quedará siempre sujeta al respeto de las prescripciones de explotación especificadas por el Constructor y convenidas con el Cliente.

ESPECIFICACION TECNICA DE CONTROL POR LIQUIDOS PENETRANTES

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

El objeto del examen mediante líquidos penetrantes, es el de detectar defectos abiertos en la superficie de las piezas.

En principio, este control está reservado a piezas terminadas. Sin embargo, puede utilizarse en fases intermedias, en particular para el control de las cavidades de saneado.

2. PREPARACION DE LAS SUPERFICIES

Es esencial que las superficies a examinar estén limpias y secas. Debe entenderse que hay que eliminar todo el óxido, calamina, escoria de soldadura, proyecciones, grasa, película de aceite, agua, polvo, etc., tanto de la superficie a examinar como de los defectos presentes.

Todo exceso de rugosidad que pueda perjudicar la interpretación del ensayo, debe ser eliminado por amolado o mecanizado. La rugosidad Ra deberá ser inferior o igual a 12 μm (N 10).

En el caso de que se hayan efectuado tratamientos mecánicos superficiales que puedan provocar un retacado de la superficie e impedir la penetración de líquido penetrante (Retacado, granallado), las superficies a examinar deberán ser amoladas previamente.

Si se prevé un examen por partículas magnéticas por vía húmeda, es recomendable efectuar previamente el control por líquidos penetrantes.

3. PROCEDIMIENTO

El método más generalizado consiste en utilizar un líquido penetrante coloreado eliminable con agua, con el cual se impregna la superficie a examinar. Esta superficie es posteriormente lavada para eliminar el exceso de penetrante y después secada. La lectura se hace por aplicación de una capa de un producto denominado revelador en suspensión en un líquido volátil.

Los productos generalmente disponibles en el comercio y las operaciones descritas precedentemente son aplicables dentro de un campo aproximado de temperaturas comprendido entre 5 y 55° C. Fuera de estos límites, la eficacia de los productos y del procedimiento deberá demostrarse a la temperatura prevista de utilización.

Previo acuerdo, podrá utilizarse cualquier otro método.

3.1. Limpieza

Mediante cepillo metálico o muela, eliminar el óxido, la calamina, la escoria, etc. Quitar de la superficie interesada toda traza de polvo y de grasa con un disolvente.

3.2. Secado

Antes de la aplicación del penetrante, es esencial que la superficie a examinar esté completamente seca.

3.3. Aplicación del penetrante

El penetrante puede aplicarse por inmersión, con pincel o pulverización.

El tiempo mínimo de penetración es de diez minutos. Para superficies pulidas, defectos angostos o temperaturas inferiores a 15° C, puede ser necesario un tiempo más prolongado.

Generalmente el tiempo de penetración debe estar comprendido entre 10 y 20 minutos.

Durante este tiempo, hay que asegurarse que la superficie permanece húmeda.

3.4. Eliminación del exceso de penetrante

Transcurrido el tiempo de penetración, el exceso de penetrante debe eliminarse utilizando un trapo húmedo (esponja) o bien mediante enjuague o pulverización de agua a una temperatura inferior a 50° C y una presión máxima de 3,5 bar. Posteriormente — y sin tardar — se procederá al secado y a la aplicación del revelador.

3.5. Revelado por vía húmeda

Se utiliza un producto revelador en suspensión en un líquido. Para asegurar una suspensión homogénea, se recomienda la aplicación mediante pulverización inmediatamente después de efectuada la mezcla o agitada.

Puede utilizarse cualquier método (por ejemplo frasco aerosol), siempre que permita la aplicación de una capa fina y homogénea de revelador sin perturbar el penetrante que se haya depositado en los defectos.

No está permitida la aplicación de una capa gruesa de revelador.

3.6. Examen

Debido a la rápida difusión del penetrante coloreado en el revelador, es aconsejable observar la evolución de las indicaciones desde el instante en que se aplica el revelador.

La comparación de las indicaciones con los criterios de aceptación, debe hacerse en un período de tiempo comprendido entre 10 y 20 minutos.

4. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1. Definiciones

Se entiende por «indicación» toda mancha de exudación después de aplicado el revelador.

Indicaciones «verdaderas» son las que resultan de discontinuidades mecánicas.

Indicaciones «circulares» son las que presentan una forma más o menos elíptica y cuya longitud es inferior a 3 veces la anchura media.

Indicaciones «lineales» son aquellas cuya mayor longitud es superior a 3 veces su anchura media.

Indicaciones «alineadas» son aquellas que en número de tres o mayor, están dispuestas una a continuación de otra distando entre sí menos de 2 mm de borde a borde.

4.2. Evaluación de las indicaciones

Las irregularidades superficiales tales como los surcos de herramienta u otras condiciones de superficie, son susceptibles de generar indicaciones. Cualquier indicación que se revele ambigua, deberá ser considerada como defecto y se repetirá el ensayo para verificar si verdaderamente se trata de un defecto o no.

En caso necesario, se hará un retoque previo de la superficie.

Salvo acuerdo con el Constructor, las grandes zonas pigmentadas serán declaradas como no aceptables.

Las indicaciones aisladas de longitud inferior a 1,5 mm no se tomarán en consideración.

4.3. Criterios de aceptación

La zona examinada será evaluada y clasificada por comparación con los criterios aquí indicados que definen cinco clases numeradas del 1 al 5 en orden de calidad decreciente.

La superficie de referencia de 1 dm^2 tomada en consideración para esta comparación, podrá ser de forma cuadrada o rectangular (la longitud máxima está, no obstante, limitada a 250 mm), según la morfología y las dimensiones de la zona examinada o según la repartición más desfavorable de las indicaciones en la misma.

En el caso de indicaciones especiales, así como de indicaciones lineales manifiestamente no asimilables a cualquiera de las clases previstas, éstas deberán ser objeto de una decisión adecuada a cada caso particular.

5. INFORME DE CONTROL

El informe de control debe indicar, como mínimo:

- Lugar y fecha del examen,
- Designación e identificación de la pieza,
- Números de pedido y de colada,
- Tipo de acero fundido,
- Fase de fabricación y zonas controladas,
- Referencia a esta especificación,
- Designación de los productos utilizados,
- Conformidad o no, con la Especificación de Calidad, con eventuales observaciones,
- Nombre y firma del inspector.

CLASE 1

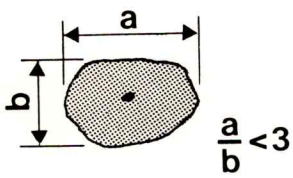
Criterios de aceptación

1) Ninguna indicación circular de dimensión a $>$ 3 mm.
2) Ninguna indicación lineal.
3) Ninguna indicación alineada.
4) Superficie total de las indicaciones $\leqslant$ 10 mm^2/dm^2.

En la práctica, la zona examinada será evaluada por comparación con la imagen tipo abajo indicada, la cual representa una superficie de 1 dm^2. Esta superficie podrá ser de forma cuadrada o rectangular. No obstante, su longitud máxima está limitada a 250 mm. La superficie de comparación será posicionada de forma que se tome en consideración la repartición más desfavorable de indicaciones en la zona considerada.

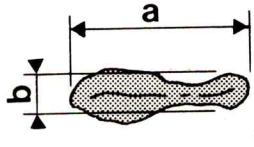
Definición de las indicaciones (véase PT 70-2, párrafo 4.1.).

circulares



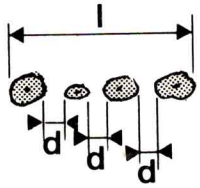
$\frac{a}{b} < 3$

lineales



$\frac{a}{b} \geqslant 3$

alineadas



$0 < d \leqslant 2\,mm$

Nota:
A título indicativo el rectángulo superior comprende 2 indicaciones cuya superficie total es de 6,3 mm^2.

CLASE 2

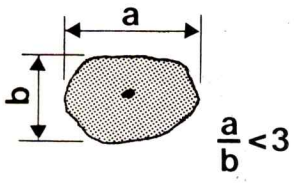
Criterios de aceptación

1) Ninguna indicación circular de dimensión a $>$ 4 mm.
2) Ninguna indicación lineal.
3) Ninguna indicación alineada.
4) Superficie total de las indicaciones $\leqslant$ 20 mm^2/dm^2.

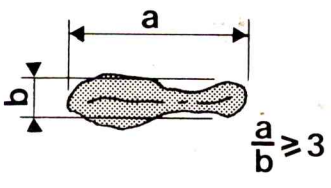
En la práctica, la zona examinada será evaluada por comparación con la imagen tipo abajo indicada, la cual representa una superficie de 1 dm^2. Esta superficie podrá ser de forma cuadrada o rectangular. No obstante, su longitud máxima está limitada a 250 mm. La superficie de comparación será posicionada de forma que se tome en consideración la repartición más desfavorable de indicaciones en la zona considerada.

Definición de las indicaciones (véase PT 70-2, párrafo 4.1.).

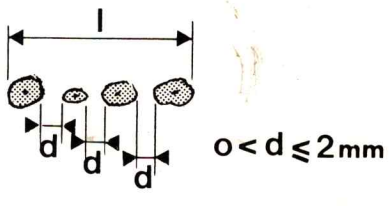
circulares



lineales



alineadas



Nota:
A título indicativo el rectángulo superior comprende 4 indicaciones cuya superficie total es de 16 mm^2.

CLASE 3

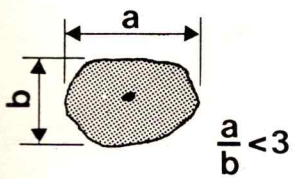
Criterios de aceptación

1) Ninguna indicación circular de dimensión a > 5 mm.
2) Ninguna indicación lineal.
3) Ninguna indicación alineada.
4) Superficie total de las indicaciones $\leqslant$ 50 mm^2/dm^2.

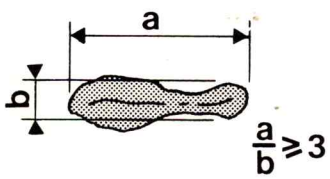
En la práctica, la zona examinada será evaluada por comparación con la imagen tipo abajo indicada, la cual representa una superficie de 1 dm^2. Esta superficie podrá ser de forma cuadrada o rectangular. No obstante, su longitud máxima está limitada a 250 mm. La superficie de comparación será posicionada de forma que se tome en consideración la repartición más desfavorable de indicaciones en la zona considerada.

Definición de las indicaciones (véase PT 70-2, párrafo 4.1.).

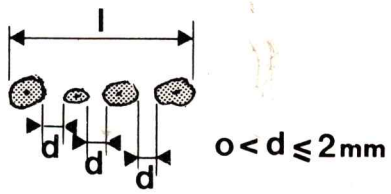
circulares



lineales



alineadas



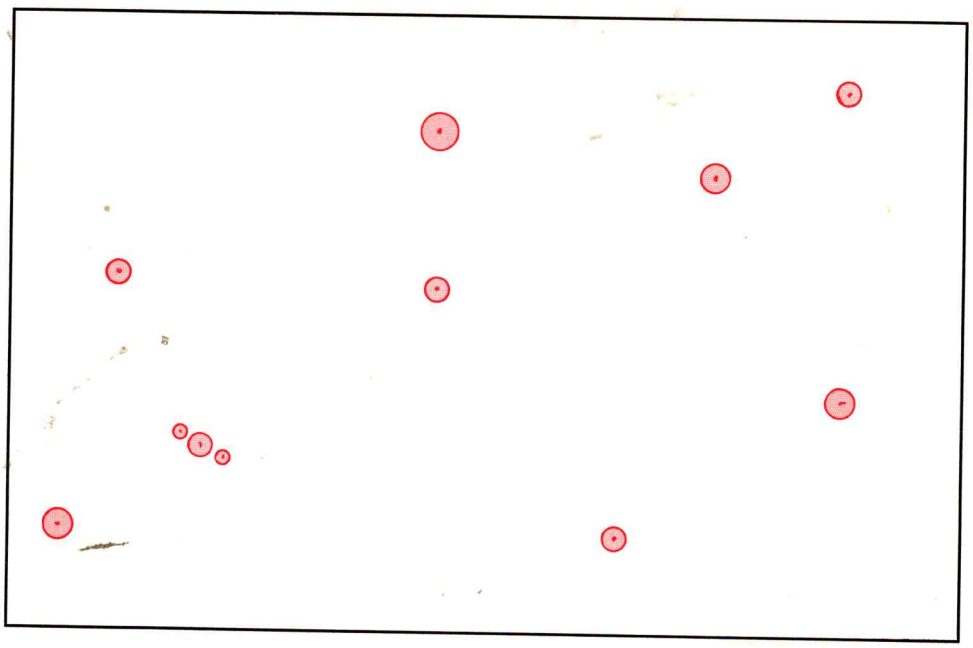
Nota:
A título indicativo el rectángulo superior comprende 6 indicaciones cuya superficie total es de 40 mm^2.

CLASE 4

Criterios de aceptación

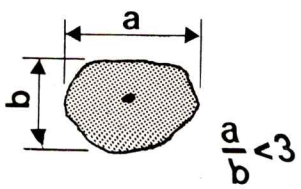
1) Ninguna indicación circular de dimension a $>$ 6 mm.
2) Ninguna indicación lineal.
3) Ninguna indicación alineada que constituya una longitud $>$ 10 mm.
4) Superficie total de las indicaciones $\leqslant$ 125 mm^2/dm^2.

En la práctica, la zona examinada será evaluada por comparación con la imagen tipo abajo indicada, la cual representa una superficie de 1 dm^2. Esta superficie podrá ser de forma cuadrada o rectangular. No obstante, su longitud máxima está limitada a 250 mm. La superficie de comparación será posicionada de forma que se tome en consideración la repartición más desfavorable de indicaciones en la zona considerada.

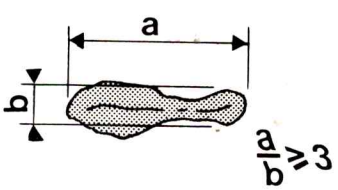


Definición de las indicaciones (véase PT 70-2, párrafo 4.1.).

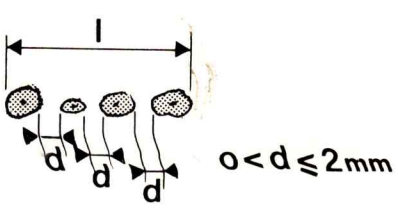
circulares



lineales



alineadas



Nota:
A título indicativo el rectángulo superior comprende 11 indicaciones cuya superficie total es de 100 mm^2.

CLASE 5

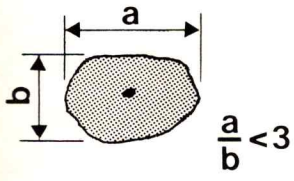
Criterios de aceptación

1) Ninguna indicación circular de dimensión a > 8 mm.
2) Ninguna indicación lineal de longitud > 7 mm.
3) Ninguna indicación alineada que constituya una longitud > 16 mm.
4) Superficie total de las indicaciones ⩽ 250 mm^2/dm^2.

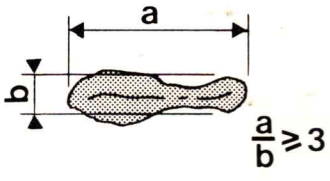
En la práctica, la zona examinada será evaluada por comparación con la imagen tipo abajo indicada, la cual representa una superficie de 1 dm^2. Esta superficie podrá ser de forma cuadrada o rectangular. No obstante, su longitud máxima está limitada a 250 mm. La superficie de comparación será posicionada de forma que se tome en consideración la repartición más desfavorable de indicaciones en la zona considerada.

Definición de las indicaciones (véase PT 70-2, párrafo 4.1.).

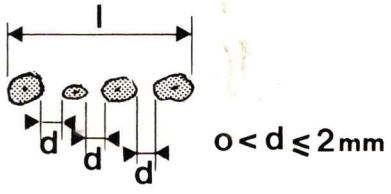
circulares



lineales



alineadas



Nota:
A título indicativo el rectángulo superior comprende 20 indicaciones cuya superficie total es de 250 mm^2.

ESPECIFICACION TECNICA DE CONTROL POR PARTICULAS MAGNETICAS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

El objeto del examen por partículas magnéticas es el de detectar eventuales defectos próximos a la superficie, sean o no abiertos a la misma.

Para su aplicación es necesario que las piezas presenten un ferromagnetismo suficiente.

Generalmente el examen se hace sobre superficies brutas o desbastadas; no obstante, puede aplicarse sobre superficies terminadas, adoptando ciertas precauciones.

2. PREPARACION DE LAS SUPERFICIES

Las superficies a examinar deben estar limpias, exentas de aceite, grasa, arena o cualquier otra anomalía que pueda perjudicar la buena interpretación de las indicaciones magnéticas.

El estado de la superficie será definido en la Especificación de Calidad.

Para las partes desbastadas o amoladas, en principio se especificará una rugosidad Ra inferior o igual a 12,5 μm (N 10).

Para las partes que deban quedar brutas, véase GE 70-2, § 3.1.

Llamamos la atención sobre el hecho que un granallado demasiado activo puede hacer los defectos menos visibles e incluso enmascararlos; por esta razón, se recomienda limitar esta operación a lo estríctamente necesario.

3. CREACION DEL CAMPO MAGNETICO

3.1. Procedimiento de magnetización

3.1.1. El campo magnético será creado mediante paso de corriente alterna o rectificada de 1 o 2 alternancias a través de la pieza.

La corriente alterna da una mayor sensibilidad para la detección de defectos abiertos a la superficie.

La corriente rectificada facilita la detección de defectos sub-superficiales.

3.1.2. Previo acuerdo con el Constructor, puede utilizarse cualquier otro precedimiento.

Si se emplea un electro-imán, éste debe ser obligatoriamente alimentado con corriente alterna.

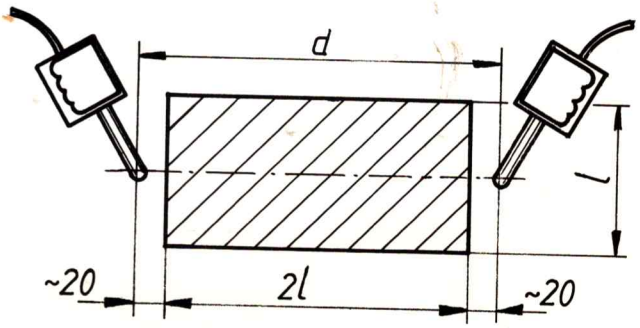
En el examen de superficies terminadas, con objeto de limitar el efecto de arcos eventuales, es necesario acoplar a los electrodos «almohadillas» en metal fusible; asimismo puede utilizarse un electro-imán.

3.1.3. La Especificación de Calidad podrá precisar el método de magnetización y el tipo de corriente a utilizar.

3.2. Intensidad del campo magnético

3.2.1. La intensidad de corriente, la separación entre electrodos y el recubrimiento de las zonas sucesivas controladas, deben permitir asegurar en cualquier punto de cada zona examinada, un campo tangencial (valor medio en corriente rectificada y valor eficaz en corriente alterna) superior o igual a 2000 A/m (es decir 25 Oe), sin sobrepasar un valor que provoque la aparición de indicaciones debidas a saturación (excepto en la zona adyacente a los electrodos).

3.2.2. Si no se dispone de un equipo de medida del campo, puede admitirse que la condición precedente se cumple — en el caso de magnetización por electrodos — para una intensidad eficaz de corriente de 50 A por cm de separación (d) entre electrodos. La zona elemental controlada por cada posición está definida en la figura.



Para los aceros inoxidables ferromagnéticos, la intensidad deberá aumentarse: pueden ser necesarios valores de hasta 70 A/cm.

Si el equipo está graduado en intensidad de cresta, ésta se convertirá a las intensidades eficaces (media cuadrática) mediante las fórmulas:

I ef = 0,5 I cresta, en corriente rectificada de 1 semi-período (R1A)

I ef = 0,7 I cresta, en corriente rectificada de 2 semi-períodos (R2A) y en corriente alterna.

3.2.3. Hay que verificar que los indicadores citados en 4.3. den una respuesta positiva, incluso para el caso de campos magnéticos débiles.

4. PRODUCCION DE LA IMAGEN MAGNETICA

4.1. La imagen magnética será obtenida dispersando sobre la superficie cualquiera de los productos siguientes:

— Polvo magnético seco.
— Polvo magnético en suspensión con un líquido apropiado.
— Polvo magnético fluorescente en suspensión con un líquido apropiado (en este último caso, la observación se hace mediante luz ultravioleta).

La Especificación de Calidad podrá precisar el producto a utilizar.

4.2. El método utilizado para aplicar el producto debe asegurar una repartición regular de las partículas magnéticas sobre toda la superficie a controlar. El recipiente que contenga el revelador líquido debe ser agitado frecuentemente.

4.3. Los productos utilizados deben tener una granulometría, un color y una concentración adecuada para asegurar una sensibilidad y un contraste convenientes, habida cuenta de las condiciones de utilización.

En el procedimiento con polvo fluorescente, la lámpara de Wood deberá tener la potencia suficiente y la luz ambiental deberá atenuarse si perjudica el examen.

La eficacia del producto utilizado se verificará por medio de un indicador dispuesto sobre la pieza durante el transcurso del control (por ejemplo al Berthold, AFNOR o ASTM).

5. MODO DE OPERAR

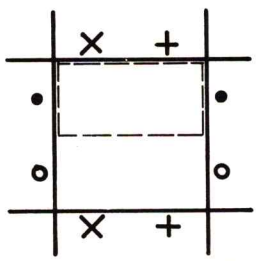
5.1. Cada superficie elemental será controlada sucesivamente según 2 direcciones perpendiculares.

5.2. Para facilitar el sondeo, las zonas a controlar serán previamente cuadriculadas con tiza — o cualquier otro medio adecuado — salvo en el caso de superficies de pequeña dimensión.

Con relación a este cuadriculado, los electrodos podrán disponerse paralelamente a las diagonales o a los lados (Véase las figuras).

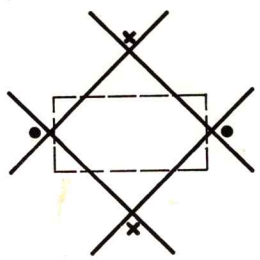
Habida cuenta de 3.2.2., podremos tener, por ejemplo:

— paralelamente a los lados:



Paso de la cuadrícula	Distancia entre electrodos	Intensidad eficaz mínima
150 mm	190 mm	950 A
200 mm	240 mm	1200 A

— paralelamente a las diagonales:



Paso de la cuadrícula	Distancia entre electrodos	Intensidad eficaz mínima
150 mm	250 mm	1250 A
200 mm	300 mm	1500 A

5.3. En cada zona elemental el revelador se aplicará durante 3 segundos simultáneamente con el paso de corriente, la cual se mantendrá durante un segundo más para facilitar la estabilización de las indicaciones: el examen se hace visualmente sin esperar.

Está permitido no proceder al examen hasta después de haber tratado varias zonas elementales, con la condición de cuidar que las sucesivas aplicaciones del producto revelador no borren las indicaciones ya formadas.

En el caso de aplicación de polvo seco sobre paredes muy inclinadas, el examen debe efectuarse durante el paso de corriente, pues las indicaciones formadas pueden desaparecer — al cortar la corriente — por efecto de la gravedad.

6. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

6.1. El ensayo por partículas magnéticas pone en evidencia las discontinuidades que deforman el campo magnético en la superficie, por concentración local de las partículas alrededor de éstas.

Estas concentraciones son más o menos definidas en función de la profundidad, naturaleza y magnitud de las discontinuidades.

Las grietas, fisuras, pliegues, rechupes, soportes de macho, etc. pero también los poros, inclusiones y otros defectos más o menos volumétricos, pueden crear tales indicaciones.

6.2. Pero las indicaciones pueden igualmente ser imputables a diferencias en la estructura del metal (en particular en las zonas adyacentes a las reparaciones hechas por soldadura en ciertos tipos de acero), sin necesidad de que haya discontinuidad del material.

Asimismo las singularidades de la superficie, tales como las curvas de enlace de radio pequeño, así como surcos de mecanización o amolado, o incluso la magnetización local remanente debida a un cable eléctrico, pueden enmascarar o por el contrario provocar la concentración de partículas.

7. CRITERIOS DE ACEPTACION

Las indicaciones que se toman en cuenta son aquellas que de común acuerdo no son consideradas como exclusivamente debidas a una particularidad de la superficie o a una discontinuidad de la estructura (§ 6.2).

En caso de desacuerdo, se repetirá el ensayo y, si es necesario, se procederá a un ligero amolado local y a una mejora de las condiciones de magnetización. En caso de que la duda persista, se efectuarán líquidos penetrantes en la zona implicada.

Los criterios de aceptación para cada clase se dan en la tabla siguiente:

Naturaleza de los defectos / Clases de calidad	Dimensión máxima de las indicaciones 0 Grado de referencia según ASTM E 125				
	S(1)	1	2	3	4
Discontinuidades lineales	no admisible				
• Longitud máxima de las indicaciones	–	3 mm	5 mm	10 mm	15 mm
• Suma máxima de la longitud de las indicaciones en Σ (2)	–	18 mm	30 mm	60 mm	90 mm
• Distancia mínima entre bordes de dos indicaciones alineadas (3)	–	10 L	8 L	5 L	4 L
Porosidad	no admisible				
• Dimensión máxima de las indicaciones	–	3 mm	5 mm	5 mm	5 mm
• Relación: suma de la superficie de las indicaciones / Σ	–	2‰	5‰	10‰	20‰
• Distancia mínima entre los bordes de dos indicaciones próximas	–	9 mm	15 mm	15 mm	15 mm
Rechupes superficiales (4)	no admisible	N° II-1	N° II-2	N° II-3	N° II-4
Inclusiones (4)	no admisible	N° III-1	N° III-2	N° III-2	N° III-3

(1) S: Clase excepcional (zonas críticas altamente solicitadas, por ejemplo superficies a soldar). Si se presenta una concentración numerosa de indicaciones pequeñas, aunque éstas sean puntuales, la superficie implicada deberá amolarse para seguir la evolución de las mismas; si éstas tienen tendencia a alargarse y a acercarse, se procederá a reparar.

(2) Σ es la superficie de referencia idéntica a la de las fotografías de ASTM E 125 de 100 × 160 mm aproximadamente.

(3) L es la longitud de la indicación más larga.

(4) En caso de desacuerdo y si la naturaleza del defecto no puede ser demostrada, será asimilada a una discontinuidad lineal.

Nota: Las indicaciones $\leqslant$ 1 mm no se toman en consideración.

La Especificación de Calidad definirá la clase para cada zona a controlar.

Para las paredes de las cavidades de saneado, el Constructor podrá especificar una clase de calidad distinta de la prevista para la superficie.

8. INFORME DE CONTROL

El informe de control debe indicar, como mínimo:

— Lugar y fecha del examen,
— Designación e identificación de la pieza,
— Números de pedido y de colada,
— Tipo de acero fundido,
— Fase de fabricación y zonas controladas,
— Referencia a esta especificación,
— Equipo utilizado, tipo de corriente, naturaleza de las partículas,
— Conformidad o non con la Especificación de Calidad, con eventuales observaciones,
— Nombre y firma del inspector.

ESPECIFICACION TECNICA DE CONTROL POR ULTRASONIDOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

El objeto del examen por ultrasonidos es el de detectar eventuales defectos internos en las piezas y, en la medida de lo posible, estimar su importancia (naturaleza, dimensiones y posición).

El examen puede aplicarse a todas las piezas en acero fundido ferrítico o martensítico. No obstante, factores tales como la forma de las piezas, el tamaño del grano, etc., pueden limitar su empleo y hacer muy difícil o imposible la interpretación de resultados.

El método descrito en la presente Especificación está basado en la utilización de un palpador normal de ondas longitudinales.

Si la Especificación de Calidad requiere un examen sistemático con otro tipo de palpadores, particularmente para la detección y caracterización de defectos muy próximos a la superficie o en las zonas en espera de soldadura, ésta deberá imperativamente precisar la especificación aplicable.

2. OBSERVACIONES PRELIMINARES

2.1. El método utilizado, denominado de ecos de impulsión, consiste en interpretar sobre la pantalla los ecos recibidos por un palpador después de la reflexión de las impulsiones ultrasonoras emitidas por el mismo, habida cuenta de sus amplitudes, de sus posiciones y de sus evoluciones cuando se desplaza el palpador. La amplitud de un eco está ligada a la suma de las superficies reflectantes a una distancia dada, pero depende también del poder reflectante de estas superficies en la dirección deseada.

Debe, pues, subrayarse la dificultad de deducir la naturaleza y las dimensiones de los reflectores así detectados y, por consiguiente, el carácter convencional de los límites de aceptación propuestos en la presente Especificación.

Ello explica que la superación de los criterios de aceptación de esta Especificación se presente como conducente a efectuar investigaciones complementarias para juzgar en definitiva la aceptabilidad.

2.2. La eficacia del método — y su coste — depende de la meticulosidad con que se efectúe (tiempo dedicado al examen, accesibilidad de las zonas a controlar, técnicas utilizadas, etc.).

El Constructor deberá, pues, adaptar sus exigencias relativas a la preparación de superficies, modo de sondeo, clases de aceptación, etc. al problema específico que presenta cada parte de la pieza para la cual se ha prescrito el examen por ultrasonidos.

3. CONDICIONES OPERATORIAS

3.1. Estado del examen

El examen por ultrasonidos será siempre efectuado después del tratamiento térmico de calidad.

3.2. Preparación de superficies

La Especificación de Calidad precisará los estados de superficie a respetar a efectos de control, habida cuenta de la severidad de los criterios de aceptación.

Una rugosidad correspondiente al patrón N 10 (12,5 μm) generalmente es aceptable. En todos los casos, las superficies en contacto con el palpador serán regulares y sin asperidades u ondulaciones que dificulten la transmisión de las ondas U.S. y el desplazamiento del palpador.

La calamina resultante de la eliminación de las mazarotas o del tratamiento térmico será eliminada.

3.3. Productos de acoplamiento

Se utilizará un producto de acoplamiento capaz de humectar convenientemente la superficie.

La pasta celulósica o el aceite dan generalmente resultados satisfactorios.

Se utilizará el mismo producto para el calibrado que para los exámenes.

3.4. Equipo

3.4.1. El aparato será del tipo clásico y, como mínimo, capaz de utilizar un campo de frecuencias de 1 a 5 MHz.

Estará provisto de un dispositivo para el reglaje de la amplificación graduado en dB, cuya precisión será de ± 2 dB dentro de los campos utilizados.

La escala vertical será lineal, con una tolerancia de ± 5% como mínimo hasta el 75% de su altura.

La base de tiempos será regulable de forma contínua y su diferencia de linealidad debe ser inferior al 2% del valor de la medida.

Las tolerancias arriba indicadas son indicativas. Si estos valores son superados, podria ser necesario tenerlo en cuenta para casos límites.

3.4.2. Los palpadores utilizados son palpadores rectos de ondas longitudinales. Salvo imposibilidad, debido a la forma o la permeabilidad, su diámetro estará comprendido entre 19 y 26 mm. y su frecuencia entre 2 y 2,5 MHz.

Generalemente estos palpadores están provistos de una suela protectora blanda.

Antes de su utilización, se verificará el conjunto palpador-aparato por medio de una pieza de calibración international.
(1) Resolución: Para la ranura de 2 mm, utilizando palpadores normales de 2 MHz o más, deben obtenerse 3 ecos distintos.
(2) Sensibilidad: Para una frecuencia de 2 a 2,5 MHz, el número de ecos obtenidos sobre la suela de plexiglás debe ser, como mínimo, de 3, aunque para ello haya que aumentar la amplificación al máximo.

3.4.3. Para las investigaciones complementarias previstas en el párrafo 5.4., pueden utilizarse otros tipos de palpadores:
— Palpadores angulares de ondas transversales: Los ángulos de refracción habituales son de 45, 60 y 70° con relación a la normal.
— Palpadores (SE) con cristal emisor y receptor separados.

Estos palpadores, generalmente no están provistos de una suela flexible, lo que hace necesario una adecuada preparación de la superficie hasta obtenerla suficientemente lisa y plana.

4. MODO OPERATORIO

4.1. Reglaje de la impulsión de emisión

Si el equipo permite este reglaje, se utilizará la posición correspondiente a la potencia mínima compatible con las necesidades de los reglajes siguientes. Esta posición no será modificada durante el ensayo.

4.2. Mando del umbral de la amplificación (supresión)

Para la calibración y evaluación de las indicaciones, este mando debe ser puesto de nuevo a la posición 0.

4.3. Reglaje de la base de tiempos (barrido)

La base de tiempos debe ser reglada de forma que se obtenga una separación máxima entre la impulsión de salida y los eventuales ecos más alejados, habida cuenta de las posibilidades de reglaje del equipo. Para el calibrado, sólo sirven las distancias entre ecos múltiples o entre dos ecos correspondientes a reflectores que disten un valor conocido. No puede utilizarse la distancia entre la impulsión de emisión y el primer eco.

De esta forma, la posición relativa de un eco sobre la pantalla permite determinar la profundidad del reflector correspondiente.

4.4. Reglaje de la amplificación

4.4.1. Piezas patrón: Se utilizarán una o varias piezas patrón que tengan reflectores artificiales a distintas distancias (escalonadas de 25, 50, 75, 150, 200 mm o equivalente). Estos reflectores podrán ser, según indicaciones de la Especificación de Calidad:
— con taladros de fondo plano de diámetro $6\ ^{+0,4}_{-0}$ mm, con ejes perpendiculares a la superficie examinada
— con taladros cilíndricos del mismo diámetro, con ejes paralelos a la superficie examinada.

Las piezas patrón serán preferentemente realizadas en acero fundido y deberán tener características ultrasonoras similares a las de la pieza a examinar.

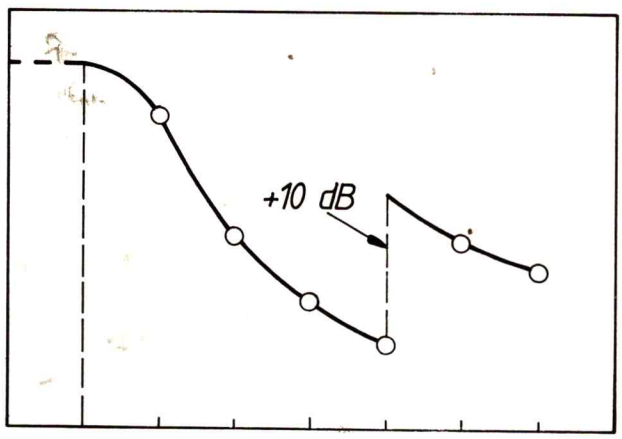
La anchura de las piezas patrón será superior a 50 mm y a $\frac{\lambda\, d}{D}$ siendo:

λ = longitud de las ondas
d = distancia
D = diámetro del transductor (pastilla).

4.4.2. Curva de referencia: Poner sucesivamente el palpador sobre cada uno de los taladros útiles, habida cuenta de los espesores a examinar — con un mínimo de 3 profundidades — en la posición del eco máximo y reglar la amplificación para que la altura del mismo esté comprendida entre 75 % y 100 % de la altura de la pantalla. Marcar sobre la pantalla los picos de los ecos correspondientes a cada taladro.

Si para algunos de estos taladros la altura del eco resulta inferior al 20 % de la altura de la pantalla, aumentar la amplificación de 6 a 12 dB en estos puntos y anotar la ganancia suplementaria introducida.

Trazar una línea que pase por los distintos puntos y prolongar la hacia la izquierda horizontalmente. Se obtiene así la curva de referencia de amplificación correspondiente Ao.



4.4.3. Corrección de la absorción de la energía ultrasonora: Para tener en cuenta — en cierta medida — los distintos estados de superficie y de absorción de los U.S. entre la pieza a examinar y la pieza patrón, se modificará la amplificación de la forma siguiente:

Procediendo como en el caso de los reflectores artificiales, trazar la línea que pase por los picos de los ecos de fondo correspondientes a los distintos espesores de las piezas patrón, de amplificación correspondiente A1.

Poner el palpador sobre una zona sana de la pieza cuyas paredes sean paralelas y cuyo estado de superficie sea equivalente al de la zona a examinar, reglar la amplificación hasta elevar el eco de fondo sobre la línea trazada sobre la pantalla. Denominaremos A2 a la amplificación correspondiente.

La amplificación correspondiente en el momento de examen será Ao + (A2-A1).

Asimismo puede ser necesario modular esta corrección en función de la profundidad, por ejemplo repitiendo la operación precedente para distintos espesores e interpolando si hay lugar.

4.4.4. Otro método: Utilización de diagramas de referencia existentes. Por acuerdo previo entre las partes, la curva de referencia podrá igualmente ser establecida utilizando los diagramas facilitados por distintos fabricantes de palpadores, en los cuales se incluyen para un tipo determinado de palpador las curvas correspondientes al eco de fondo y a los ecos de taladros de fondo plano de diámetros diferentes.

En este caso, es necesario verificar previamente, con ayuda de piezas patrón provistas de taladros con fondo plano, como mínimo 2 puntos del diagrama.

4.5. Detección de las anomalías

4.5.1. Forma de examen

De entre las siguientes, la «Especificación de Calidad» precisará para cada zona, la modalidad de ensayo a efectuar:

— Examen a 100 % indicado con una **X** en la casilla correspondiente a la zona de la «Especificación de Calidad»: El palpador se desplaza según líneas paralelas, con recubrimiento, de manera a examinar sucesivamente toda la zona.

— Examen por sondeo, simbolizado por QL, QP o SL:

QL seguido de unas cifras: El palpador se desplaza a lo largo de líneas de una red cuadriculada o malla, las cifras que acompañan al símbolo QL indican el paso en mm de la red,

QP seguido de unas cifras: El palpador se aplica sucesivamente sobre cada uno de los puntos de intersencción de la red, arriba definida,

SL: El palpador se desplaza a lo largo de líneas a definir en cada caso.

Los exámenes por sondeo se entienden con las reglas siguientes:

— Para evitar la aplicación de la cláusula mencionada en el párrafo 4 del capítulo «Introducción», el Constructor deberá precisar, sin ambigüedad, lo más tarde con el pedido, la localización de los cruces de la red definida.

— Si se detecta una anomalía, se investiga su contorno examinando las zonas inmediatamente adyacentes.

— La garantía obtenida sobre la conformidad de la clase especificada en toda la zona considerada depende del paso de la red y de la clase de aceptación.

4.5.2. Amplificación

Para la detección de las indicaciones, se aumenta la amplificación lo necesario para que la altura mínima de los ecos a anotar, para la clase especificada, sea al menos de 20% de la altura de la pantalla.

4.5.3. Indicaciones a detectar

Las indicaciones a detectar son:

— Los ecos intermedios.

— Las atenuaciones del eco de fondo no explicables por la geometría de la pieza.

Ciertas indicaciones no pueden ser interpretadas con suficiente certitud o pueden dejar presumir la existencia de defectos no volumétricos, tales como fisuras: Estas son denominadas «indicaciones a confirmar» (Ver párrafo 5.4.), particularmente para las zonas que hayan tenido reparaciones importantes.

5. CRITERIOS DE ACEPTACION

5.1. Definiciones

D es la altura del eco máximo del defecto, después de haber restituído la amplificación de calibrado.

R es la altura de la curva de referencia a la misma profundidad.

F es la altura del eco de fondo en la zona examinada de paredes paralelas.

Fo es la altura del eco de fondo en una zona sana de paredes paralelas del mismo espesor que la zona a examinar.

$\Delta F = Fo - F$

S es la superficie de zonas elementales obtenidas por una agrupación de puntos de «Indicaciones a anotar» por el método definido en 5.2.

Las «indicaciones a anotar» son aquellas para las cuales: $\frac{D}{R} > 0{,}5$ y/o $\frac{\Delta F}{Fo} \geqslant 0{,}2$

o de otros límites a definir, variables eventualmente según la clase.

Las «indicaciones puntuales aisladas» son aquellas para las cuales su superficie S es inferior a la del palpador.

5.2. Determinación de la superficie de las zonas con anomalías

Durante el curso de la detección de las anomalías según lo indicado en el párrafo 4.5., se marca sobre la pieza las posiciones correspondientes al centro del palpador para las cuales se ha puesto en evidencia una «indicación a anotar». Estos puntos se agrupan en zonas elementales de superficie S. Son consideradas como zonas elementales distintas, aquellas para las cuales las distancias a toda zona vecina son mayores que la dimensión máxima de las 2 zonas interesadas. Si los puntos no se agrupan en zonas elementales, éstos son considerados como «Indicaciones puntuales aisladas».

Hay que hacer la observación de que si la superficie de sondeo no es sensiblemente plana, la determinación de la superficie real de la zona con anomalía, puede necesitar un croquis.

5.3. Criterios de aceptación

Estos pueden basarse en la altura del eco de defecto, la atenuación del eco de fondo, la superficie de cada zona elemental, la superficie acumulada de zonas elementales, etc...

Las indicaciones que superan los criterios de aceptación, pueden — según decisión del Constructor — ser objeto de reparación o «a confirmar» (Ver párrafo 5.4.).

Si los niveles de aceptación varían en función de la profundidad, deben especificarse las distintas clases.

Si los niveles de aceptación pueden ser distintos para zonas puntuales aisladas, deben indicarse los criterios correspondientes.

Habida cuenta de la gran diversidad de casos; según la solicitación, la dificultad de control y la apreciación de la nocividad de las anomalías detectadas por ultrasonidos, no es posible establecer criterios de aceptación con carácter general. Las clases definidas en la tabla siguiente se dan a título de ejemplo, pudiendo evolucionar en función de la experiencia industrial.

Clase	Indicaciones a anotar		Límites de aceptación			
	D/R >	$\frac{\Delta F}{Fo}$ >	D/R máx (1)	ΔF/FO máx (1)	Superficie S anotada máx (cm^2) (2)	Superficies S acumuladas (%) (3)
1	0,3	0,2	0,5	0,2	5	–
2	0,5	0,3	1	0,3	10	2
3	0,5	0,4	1,6	0,5	25	4
4	0,5	0,5	2	0,7	100	10
5	0,5	0,6	2,5	0,9	400	25

(1) Para las clases 2 a 5, las indicaciones puntuales aisladas que superen los límites de aceptación tolerados para estas clases, podrán ser aceptadas con las reservas de que su cantidad no supere a 3 por dm^2 o 30 por m^2.

(2) Se trata de la superficie máxima de cada zona elemental de superficie S (Ver párrafo 5.2.).

(3) Se trata de la suma de las superficies elementales S en % de la superficie a examinar definida según la «Especificación de Calidad».

5.4. Indicaciones «a confirmar»

Las indicaciones «a confirmar» serán objeto de investigaciones complementarias utilizando, por ejemplo, otros tipos de palpadores para confirmar — o invalidar — la existencia de una discontinuidad, precisando en la medida de lo posible su naturaleza y dimensiones.

El Constructor tomará la decisión en función de la tensión de solicitación de la parte incriminada, así como de las posibilidades de evolución del defecto, habida cuenta de las condiciones de servicio.

Si el Constructor lo juzga necesario, se establecerá un informe detallado con croquis que le será enviado.

Si lo estima necesario y es materialmente realizable, el Constructor podrá prescribir una radiografía de confirmación con la condición de que los criterios hayan sido definidos en el pedido sobre la «Especificación de Calidad». Estos criterios no se aplican salvo en el caso de indicaciones «a confirmar», según la presente Especificación.

6. INFORME DE CONTROL

El informe de control debe indicar, como mínimo:

— Lugar y fecha del examen,
— Designación e identificación de la pieza,
— Números de pedido y de colada,
— Tipo de acero fundido,
— Fase de fabricación y zonas controladas,
— Referencia a esta Especificación,
— Marca y tipo de aparato y palpador utilizado (frecuencia, diámetro del cristal).
— Conformidad o no con la Especificación de Calidad, con eventuales observaciones,
— Nombre y firma del inspector.

ESPECIFICACION TECNICA DE CONTROL POR RADIOGRAFIA

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

El objeto del examen por radiografía es el de detectar eventuales defectos internos en las piezas fundidas y precisar la naturaleza y las dimensiones de los defectos previamente detectados — por ejemplo — por ultrasonidos. Puede ser, pues, considerado sea como método de investigación exclusivo para determinar la calidad de una pieza fundida, o bien como procedimiento complementario del ensayo por ultrasonidos (Véase «Introducción» párrafo 4.).

En principio, este control puede aplicarse a todas las piezas en acero fundido. Solamente el espesor, la forma de las piezas y la accesibilidad pueden limitar el empleo de esta técnica.

2. PREPARACION DE SUPERFICIES

El examen radiográfico deberá efectuarse sobre superficies exentas de irregularidades que puedan perjudicar la interpretación de las radiografías.

El examen será efectuado después del tratamiento térmico de calidad (Véase GE 70-2 párrafo 1.4.1.).

3. FUENTES DE RADIACION

Habida cuenta del espesor de metal a radiografiar así como de la forma de la pieza y de las exigencias específicas impuestas, se utilizarán radiaciones X o γ, permitiendo efectuar correctamente el examen radiográfico.

4. PELICULAS RADIOGRAFICAS

El tipo de película será elegido en función de la naturaleza de la radiación y de los espesores a radiografiar, según las indicaciones siguientes, extraídas de ASTM E 94-68 (1974).

4.1. Tipo de películas radiográficas industriales

Tipo de película	DESCRIPCIÓN		
	Velocidad	Contraste	Tamaño del grano
1 2 3	Débil media alta	elevado bueno medio	muy fino fino grande

La eventual utilización de películas del tipo 4 debe ser sometida a la aprobación del Constructor.

4.2. Guía para la elección del tipo de película

FUENTES de radiacion / ESPESOR de acero en mm	80 à 120 KV	120 à 150 KV	150 à 250 KV	250 à 400 KV	Ir 192	1 Mev	Co 60	2 Mev	6 à 31 Mev
6 à 12,5 mm	3	2	2	1					
12,5 à 25 mm		3	2	2	2	1		1	
25 à 50 mm			3	2	2	1	2	1	1
50 à 100 mm					3	2	2	2	1
100 à 200 mm						3	3	2	2
200 à 300 mm								3	2
más de 300 mm									3

Estas recomendaciones son representativas del nivel habitual de calidad. Las tensiones indicadas representan las energías operatorias.

5. IDENTIFICACION DE LAS RADIOGRAFIAS

5.1. Posicionado

Para cada toma a radiografiar deberán preverse referencias de forma que al menos dos de las mismas sean visibles en cada película. Siempre que sea posible, las referencias se dispondrán del lado de la fuente.
La posición de estas referencias será marcada sobre la pieza para facilitar el reposicionado de la radiografía con precisión.

Se podrán utilizar las formas geométricas naturales de la pieza (punta de la arista, labios de salida,...), siempre que éstas permitan el reposicionado exacto de la radiografía.

5.2. Método de Identificación

Cada película será marcada de forma que sea posible su identificación permanente en concordancia con el plano de posicionado.

6. INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN (PENETRAMETRO)

Los indicadores de calidad de imagen (I.Q.I. del tipo AFNOR, DIN o ASTM) se dispondrán perpendicularmente al haz de radiación sobre la superficie de la pieza del lado de la fuente (salvo caso excepcional). Estos deben ofrecer las mejores posibilidades de interpretación aún en el caso de espesores distintos.

Ejemplo: Zona de las escotaduras en las ruedas Pelton.

7. DISTANCIA FUENTE-PELICULA (O FOCO-PELICULA)

Salvo acuerdo particular, la distancia fuente-película deberá ser la suficiente para respetar la penumbra geométrica definida en el párrafo 8. Para el acelerador lineal, la distancia fuente-película debe ser superior o igual a 1500 mm.

8. CALIDAD DE LAS RADIOGRAFIAS

Los valores de los distintos parámetros siguientes pueden ser aceptados para cada caso por acuerdo entre las Partes.

8.1. Calidad de imagen

Esta será evaluada mediante la identificación del agujero o hilo más pequeño visible en función del espesor radiografiado. El último taladro o hilo visible del I.Q.I. será el definido en la tabla siguiente, con referencia a las normas indicadas.

CPFC			DIN			ASTM		
Espesor a radiografiar en mm	IQI AFNOR 04-304		Espesor a radiografiar en mm	IQI DIN 54109		Espesor a radiografiar mínimo	ASTM E 142	
	Ø del taladro en mm	Tipo		Ø del hilo en mm	BZ (II)		IQI Nº	Nivel
10 a 16	0,63	HA	10 a 16	0,32	11	12,7	10	2-4T
16 a 25	0,80	HA/HB	16 a 25	0,40	10	15,24	12	2-4T
25 a 32	1,0	HB	25 a 32	0,50	9	19,05	15	2-4T
32 a 40	1,25	HB	32 a 40	0,63	8	21,59	17	2-4T
40 a 80	1,60	HB	40 a 60	0,80	7	25,4	20	2-4T
80 a 100	2,0	C/HB	60 a 80	1,0	6	38,1	30(1)	2-2T
100 a 150	2,5	C/HB	80 a 150	1,25	5	50,8	40	2-2T
150 a 200	3,2	C	150 a 170	1,6	4	63,5	50	2-2T
200 a 250	4,0	C	170 a 180	2,0	3	76,2	60(2)	2-2T
250 a 320	5,0	C	180 a 190	2,5	2	101,6	80	2-2T
320 a 400	6,3	C	190 a 250	3,2	1	127	100	2-2T
			250 a 320	4,0		152,4	120(3)	2-2T
			320 a 400	5,0		203,2	160	2-2T
						254	200	2-2T
						381	300	2-2T

(1) Valores intermedios entre I.Q.I. Nº 20 y 50 de 5, posibles.
(2) Valores intermedios entre I.Q.I. Nº 50 y 100 de 10, posibles.
(3) Valores intermedios a partir del I.Q.I. Nº 120 de 20, posibles.

8.2. Densidad

La densidad en las lecturas en simple o doble película estará comprendida entre 2 y 4. Esta será verificada con ayuda de un densitómetro o por comparación con películas patrón.

8.3. Borrosidad geométrica

La borrosidad geométrica (Bg) viene determinada por la expresión: $Bg = \frac{d \cdot e}{D-e}$ expresada en mm

e = Espesor en mm de la pieza a radiografiar.
D = Distancia fuente-película.
d = La dimensión más pequeña de la fuente.

La borrosidad deberá ser inferior a:

0,5 mm para $e \leqslant 50$ mm
0,7 mm para $50 < e \leqslant 100$ mm
1 mm para $100 < e \leqslant 150$ mm
1,5 mm para $e > 150$ mm

9. INTERPRETACION DE LAS PELICULAS

La interpretación será efectuada en simple o doble película (según la densidad obtenida).

Esta deberá basarse en la última edición de las normas ASTM E 466, E 148 y E 280, según el espesor de las piezas. Los criterios de aceptación (Tipo de defecto y clases) serán definidos en la «Especificación de Calidad» para cada zona a radiografiar.

10. INFORME DE CONTROL

El informe de control debe indicar, como mínimo:

— Lugar y fecha de examen,
— Designación e identificación de la pieza,
— Números de pedido y de colada,
— Tipo de acero fundido,
— Fase de fabricación y zonas controladas,
— Referencia a esta especificación,
— Características de la fuente utilizada,
— Distancia fuente-película, espesores radiografiados,
— Marca y tipo de película, tipo de I.Q.I.,
— Identificación de las radiografías,
— Plano indicando la disposición de las radiografías y marcas sobre la pieza,
— Resultados de la interpretación de las radiografías, con indicación del tipo y clase de defecto,
— Conformidad o no con la «Especificación de Calidad», con eventuales observaciones,
— Nombre y firma del inspector.